

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

VARIACIÓN DEL DISTANCIAMIENTO DE FRUTO POR RAMILLA EN  
MELOCOTÓN (*Prunus persica* var. **Salcajá**) PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN Y  
CALIDAD DE LOS FRUTOS, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN EL  
MUNICIPIO DE SALCAJÁ, QUETZALTENANGO, GUATEMALA C.A.

DIEGO FERNANDO BRAN AGUILAR

GUATEMALA, ABRIL DE 2018



UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

VARIACIÓN DEL DISTANCIAMIENTO DE FRUTO POR RAMILLA EN  
MELOCOTÓN (*Prunus persica var. Salcajá*) PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN Y  
CALIDAD DE LOS FRUTOS, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN EL  
MUNICIPIO DE SALCAJÁ, QUETZALTENANGO, GUATEMALA C.A.

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE  
AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA.

POR

DIEGO FERNANDO BRAN AGUILAR

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO  
INGENIERO AGRÓNOMO

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE  
LICENCIADO

GUATEMALA, ABRIL DE 2018



UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR

Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Ing. Agr. Mario Antonio Godínez López
VOCAL PRIMERO	Dr. Tomás Antonio Padilla Cámara
VOCAL SEGUNDO	Ing.Agr. M.A. César Linneo García Contreras
VOCAL TERCERO	Ing.Agr. M.Sc Erberto Raúl Alfaro Ortiz.
VOCAL CUARTO	P. Agr. Walter Yasmany Godoy Santos
VOCAL QUINTO	P. Cont. Neydi Yassmine Juracán Morales
SECRETARIO	Ing.Agr. Juan Alberto Herrera Ardón

GUATEMALA, ABRIL DE 2018



Guatemala, Abril de 2018

Honorable Junta Directiva  
Honorable Tribunal Examinador  
Facultad de Agronomía  
Universidad San Carlos De Guatemala

Honorables Miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el Trabajo de Graduación: VARIACIÓN DEL DISTANCIAMIENTO DE FRUTO POR RAMILLA EN MELOCOTÓN (*Prunus persica var. Salcajá*) PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LOS FRUTOS, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN EL MUNICIPIO DE SALCAJÁ, QUETZALTENANGO, GUATEMALA C.A., como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Diego Fernando Bran Aguilar



## ACTO QUE DEDICO

**A:**

**DIOS:** Padre celestial, por haberme acompañado todo este tiempo en el que me brindaste amor, sabiduría, fuerza y paciencia para convertir los sueños en realidad.

**APOSTOL SANTIAGO:** Por ser mi inspiración y motivo para alcanzar todas las metas que me propongo. ¡Buen camino!

**MIS PADRES:** Luis Fernando Bran Cosenza y Vilma Eugenia Aguilar González, por brindarme todo su amor y estar presentes en todo momento.

**MI HERMANA:** Por compartir los mejores momentos de mi vida e iluminarlos con tu presencia.

**MI FAMILIA:** Tíos, primos y sobrinos, por demostrarme todo su cariño.

**MIS AMIGOS:** Por brindarme su amistad en todo este tiempo y compartir buenos momentos: André Gamboa, Walter de León, Gerardo García, Abner Nimajuan, Julio Rivera, Nelly González, Rafael Villanueva, Jhony Xon, Debby Escobar, Belvet Escobar, Haroldo Mucia, Rocio Cubur, Reyna Chacón, Omar Alonso, Pedro Cadenas, Pablo Pérez, Eliseo Pérez, Analy López, César Hernández, Clara Arenas, Wendy Sierra, Francisco Pellecer, Sandy Castañeda.



## TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

A:

- **Dios**
- **Guatemala**, país de la eterna primavera que me vio nacer y crecer.
- **Universidad San Carlos de Guatemala**, alma mater que me abrió sus puertas para brindarme educación de alta calidad y amistades inolvidables.
- **Facultad de Agronomía**, unidad académica que me ha formado profesionalmente en el ámbito agrícola y por haber sido parte fundamental en mi vida y formación universitaria.
- **Mis padres**, por darme todo su apoyo y amor para alcanzar esta meta.



## AGRADECIMIENTOS

A:

**Ing. Agr. Eduardo Cano**, por su amistad y apoyo brindado durante mi –EPS-.

**Familia de León**, por su apoyo al prestar el huerto “Campo Rosa” para esta investigación y por sus consejos durante la misma.

**Ing Agr. Eduardo Pretzanzin**, por su valiosa asesoría en la planificación, ejecución y elaboración de la investigación, así como también su amistad y enseñanzas transmitidas en los cursos.

**Dr. Ezequiel López**, por su valiosa asesoría en la parte estadística de la investigación.

**Asociación Nacional de Productores Deciduos -ANAPDE-** por brindarme la oportunidad de realizar de realizar mi Ejercicio Profesional Supervisado -EPS- y así poder aportar mi granito de arena en la sociedad.

**Ing. Agr. Armando Hernández**, por su amistad y enseñanzas transmitidas durante el –EPS-.

Al personal administrativo de -ANAPDE- Erick, José y Ronald por haber compartido buenos momentos.



## ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
CAPÍTULO I.....	1
1.1 PRESENTACIÓN .....	3
1.2 OBJETIVOS .....	4
1.2.1 Objetivo general .....	4
1.2.2 Objetivos específicos .....	4
1.3 METODOLOGÍA.....	5
1.3.1 Dimensiones de la problemática social generada.....	5
1.3.2 Proceso seguido por los productores .....	5
1.3.3 Principales medidas de manejo.....	5
1.4 RESULTADOS .....	6
1.4.1 Localización y delimitación .....	6
1.4.2 Superficie geográfica.....	7
1.4.3 Vías de acceso.....	7
1.4.4 Clima.....	7
1.4.5 Uso del suelo .....	7
1.4.6 Dimensiones de los problemas socioeconómicos.....	8
1.4.7 Condiciones ambientales predominantes en de la zona .....	9
1.4.8 Programas y alternativas que los productores están utilizando para el control del hongo.....	10
1.5 CONCLUSIONES.....	12
1.6 BIBLIOGRAFÍA.....	13
CAPÍTULO II.....	15
2.1 PRESENTACIÓN .....	17
2.2 MARCO TEÓRICO .....	19
2.2.1 Marco Conceptual .....	19
2.2.1.9 Raleo en durazneros, melocotoneros y nectarinos .....	29
2.2.2 Marco Referencial .....	40
2.3 OBJETIVOS .....	45
2.3.1 Objetivo general .....	45
2.3.2 Objetivos específicos .....	45
2.4 HIPÓTESIS .....	45

	Página
2.5 METODOLOGÍA .....	46
2.5.1 Metodología experimental.....	46
2.5.2 Manejo del experimento.....	55
2.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	58
2.6.1 Rendimiento.....	58
2.6.2 Diámetro del fruto .....	60
2.6.3 Grados brix .....	62
2.6.4 Consistencia de la pulpa.....	63
2.6.5 Análisis financiero .....	65
2.7 CONCLUSIONES.....	73
2.8 RECOMENDACIONES .....	74
2.9 BIBLIOGRAFÍA .....	75
2.10 ANEXOS .....	78
CAPÍTULO III.....	81
3.1 PRESENTACIÓN.....	83
3.2 ÁREA DE INFLUENCIA .....	84
3.3 OBJETIVO GENERAL .....	84
3.4 SERVICIOS PRESTADOS.....	85
3.4.1 Diseño de base de datos para el cálculo de las horas frío por el método Directo .....	85
3.4.2 Diseño de base de datos para el cálculo de las horas frío por el método de Utah .....	88
3.4.3 Diseño de base de datos para la precipitación.....	91

## ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Costo de producción para una hectárea de melocotón.....	8
Cuadro 2. Épocas productivas del melocotonero .....	25
Cuadro 3. Rangos de consistencia del melocotón .....	29
Cuadro 4. Descripción de los tratamientos.....	46
Cuadro 5. Clasificación por tamaño de los frutos .....	49
Cuadro 6. Prueba de medias de LSD de Fisher para variable rendimiento .....	59
Cuadro 7. Prueba de medias de LSD de Fisher para variable diámetro de frutos .....	61
Cuadro 8. Prueba de medias de LSD de Fisher para variable grados brix .....	63
Cuadro 9. Prueba de medias de LSD de Fisher para variable consistencia de la pulpa.....	64
Cuadro 10. Calibre de frutos por hectárea del T1 .....	66
Cuadro 11. Calibre de frutos por hectárea del T2 .....	66
Cuadro 12. Calibre de frutos por hectárea del T3 .....	67
Cuadro 13. Calibre de frutos por hectárea del T4 .....	67
Cuadro 14. Estado de resultados por hectárea de los tratamientos .....	68
Cuadro 15. Resultados financieros .....	71
Cuadro 16A. Resumen de pruebas al supuesto de homogeneidad de varianzas.....	78
Cuadro 17A. Análisis de varianza para las variables evaluadas .....	78
Cuadro 18A. Costos de producción por hectárea.....	79

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Ubicación del municipio de Salcajá, Quetzaltenango.....	6
Figura 2. Frutos afectados por monilinia ( <i>Monilinia fruticula</i> ) .....	9
Figura 3. Curva de crecimiento (tipo doble sigmoide) del fruto del melocotonero .....	30
Figura 4. Fruto de melocotón de la variedad Salcajá .....	37
Figura 5. Ubicación de las instalaciones de ANAPDE .....	40
Figura 6. Plantación de la variedad Salcajá.....	41
Figura 7. Horas frío por mes para la temporada 2015-2016 .....	42
Figura 8. Precipitación en el año 2016 .....	44
Figura 9. Unidad experimental.....	47
Figura 10. Croquis de campo .....	48
Figura 11. Categorías de frutos de melocotón por calibre .....	50
Figura 12. Corte de laterales del fruto de melocotón .....	51
Figura 13. Colocación del jugo de melocotón en el refractómetro.....	52
Figura 14. Medición de la consistencia de la pulpa del fruto de melocotón con el penetrómetro ...	53
Figura 15 Distanciamiento de frutos a 20 centímetros .....	56
Figura 16. Clasificación de los frutos por calibres.....	59
Figura 17. Crecimiento de los frutos de melocotón .....	60
Figura 18. Ingresos por tratamiento.....	68
Figura 19. Horas frío por el método Directo para las temporadas 2010-2016.....	86
Figura 20. Horas frío mensuales por el método Directo para las temporadas 2010-2016.....	87
Figura 21. Horas frío por el método de Utah para las temporadas 2010-2016.....	89
Figura 22. Horas frío mensuales por el método de Utah para las temporadas 2010-2016.....	90
Figura 23. Precipitación del año 2011 hasta el año 2016 .....	92
Figura 24. Precipitación mensual del año 2011 hasta el año 2016 .....	93

## RESUMEN

El siguiente trabajo de graduación se realizó como parte del Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía -EPSA- en el período comprendido de febrero a noviembre del 2016; en el municipio de Salcajá, Quetzaltenango, Guatemala C.A.

En el Capítulo I, se presenta el diagnóstico, el cual fue orientado al manejo que los productores le dieron a la monilinia (*Monilinia fruticola*). En el diagnóstico se describen cada una de las prácticas agrícolas de manejo sobre la monilinia. Para identificar que problemas se presentaban, se realizó revisión bibliográfica y trabajo de campo para poder determinar las dimensiones de la problemática socioeconómicas causada por la monilinia, así como los procesos y principales medidas de manejo seguido por los productores para poder convivir con el patógeno.

En el Capítulo II, se presenta el trabajo de investigación, el cual, mediante el diseño experimental de modelos mixtos, se logró determinar que distanciamiento entre frutos de melocotón presenta la mejor producción y calidad de frutos, como también cuál de los tratamientos evaluados presentó mayor relación beneficio costo.

Para el efecto se establecieron unidades experimentales que constaban de un árbol de melocotón de 7 años de edad, evaluando los siguientes distanciamientos entre frutos a 10 cm, 20 cm y 30 cm, contra un testigo absoluto. A todos los árboles se les dio un mismo manejo agronómico, en aplicación de fertilizante y fungicida. El testigo absoluto consistió en un árbol de melocotón con un manejo convencional, en el cual no se efectuó raleo de frutos.

Los resultados que se obtuvieron mostraron que el mejor tratamiento para tener mejor producción y calidad en los frutos de melocotón, es el distanciamiento de frutos a 30 cm, debido a que obtiene un rendimiento de 39.24 kg/árbol, además de que los frutos de este tratamiento presentan un diámetro de 5.28 cm, una consistencia de pulpa de 9.20 kg/cm<sup>2</sup> y 13.55 °Bx.

Este tratamiento también presenta una relación beneficio/costo = 1.59 lo que indica que por cada Q1.00 invertido, obtiene una ganancia de Q0.59.

En el Capítulo III se presentan los servicios realizados en el municipio de Salcajá, durante la ejecución del -EPS- .contribuyendo con los mismos al diseño de una base de datos para el cálculo de las horas frío por los métodos Directo y de Utah, en donde se recomienda utilizar el método de Utah, ya que este se adapta a las condiciones climáticas en donde no existe un invierno muy marcado, debido a que realiza descuentos en las horas frío cuando la temperatura sobrepasa los 16 °C, teniendo este método una mejor precisión en el recuento de las horas frío comparándolo con el método Directo. Asimismo se realizó un diseño de una base de datos para la precipitación, debido a que actualmente los productores dependen de las lluvias para el riego de sus huertos, con lo cual ellos pueden tomar la decisión de implementar un sistema de riego y utilizarlo en los momentos críticos del desarrollo del fruto.



## **CAPÍTULO I**

**DIAGNÓSTICO DEL EFECTO CAUSADO POR *Monilinia fruticola* EN LOS ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS DE LOS PRODUCTORES DEL MUNICIPIO DE SALCAJÁ, QUETZALTENANGO.**



## 1.1 PRESENTACIÓN

La existencia de monilinia (*Monilinia fruticula*) en el cultivo de melocotón en Guatemala, se registró hace unos 20 años y desde entonces el productor ha convivido con el patógeno. Como resultado de oportunas medidas impulsadas por la ANAPDE, con el fin de dar a conocer la seria amenaza que representa la presencia de monilinia para el cultivo de melocotón, complementada con programas de capacitación enfocados a orientar a los productores en la implementación de recomendaciones técnicas para su control, sin embargo en los últimos años se ha detectado la presencia de este hongo en las variedades de melocotón Salcajá y 019, cultivadas en el municipio de Salcajá.

La producción de melocotón tiene gran impacto sobre los productores del municipio de Salcajá, tanto en pequeños, medianos y grandes por lo que el manejo de la monilinia es de mucha importancia, debido a la agresividad mostrada en los años anteriores, siendo una de las principales causas que han afectado la economía de los productores, tan así que disminuye en un aproximado de 20 % la cantidad de frutos por árbol y los ingresos por la venta de estos.

El presente informe de diagnóstico tiene como objetivo, informar sobre el manejo que actualmente se le está dando a los huertos y el estado en que se encuentran los árboles de melocotón, para así poder reforzar los conocimientos sobre aspectos relacionados con el manejo del patógeno, la influencia de los factores climáticos, prácticas agronómicas y la implementación de programas efectivos de control químico para el manejo apropiado del patógeno.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo general

Conocer el efecto provocado por la presencia de monilinia (*Monilinia fruticula*) en la economía de los productores de melocotón del municipio de Salcajá.

### 1.2.2 Objetivos específicos

1. Describir las dimensiones de los problemas sociales creados por el apareamiento de monilinia.
2. Describir las condiciones ambientales predominantes de la zona que es propicia para la aparición de monilinia.
3. Describir los programas y las principales alternativas que los pobladores están utilizando para el control del patógeno.

## **1.3 METODOLOGÍA**

### **1.3.1 Dimensiones de la problemática social generada**

Para esta fase, fue necesario acudir a los productores asociados en el municipio de Salcajá para ver si se contaba con información recopilada sobre los problemas que ha causado la monilinia (*Monilinia fruticula*) en el rendimiento y el efecto que tiene este sobre los ingresos de cada uno de los socios. También se tuvo que contemplar tener el acceso a información primaria por medio de una visita a los huertos de los socios con la finalidad de comprender de una manera más directa los efectos y estado en el que se encuentran el cultivo de melocotón.

### **1.3.2 Proceso seguido por los productores**

En el proceso de control de la enfermedad, se realizó una visita a los huertos de los socios para poder entrevistar sobre los antecedentes de cómo se lleva a cabo el manejo de su huerto, además para obtener información sobre las condiciones en las que se encuentra el cultivo de melocotón. Seguidamente en esta fase se tuvo que analizar la información obtenida en registros de años anteriores y también hacer una revisión de literatura sobre el área, debido a que eso nos da una mejor apreciación sobre cómo se ha comportado el problema del patógeno en los huertos.

### **1.3.3 Principales medidas de manejo**

En esta fase se tuvo contemplado el análisis de la información que se recolectó y que se genera en las dos fases anteriores y se elaboraron las principales medidas que los productores están realizando en el manejo del control de la monilinia, con la información adquirida se realizó el informe de diagnóstico.

## 1.4 RESULTADOS

### 1.4.1 Localización y delimitación

El municipio de Salcajá se encuentra ubicado a 9 km de la cabecera departamental y a 195 km de la ciudad capital. Se localiza a 2,321.67 m s.n.m.

Colindancias:

- Norte: San Cristóbal Totonicapán y Totonicapán (departamento de Totonicapán)
- Este: San Cristóbal Totonicapán y Totonicapán (departamento de Totonicapán)
- Sur: Cantel y Quetzaltenango (departamento de Quetzaltenango)
- Oeste: Quetzaltenango (departamento de Quetzaltenango) y San Andrés Xecul (departamento de Totonicapán)

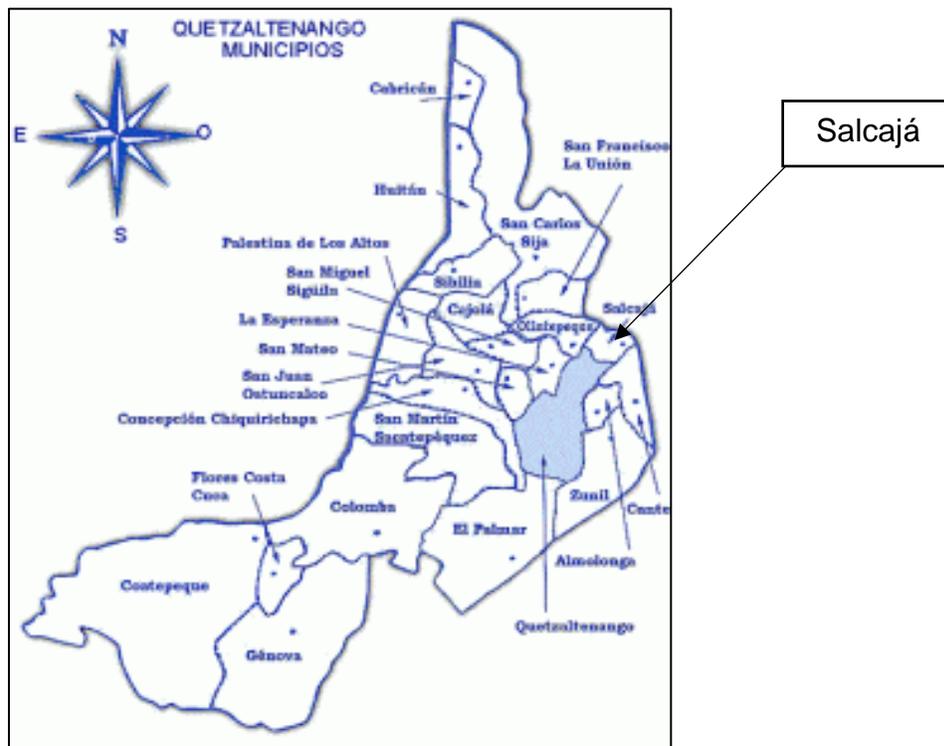


Figura 1. Ubicación del municipio de Salcajá, Quetzaltenango

### **1.4.2 Superficie geográfica**

De acuerdo a los datos proporcionados por la municipalidad el municipio posee una superficie de 12 km<sup>2</sup>.

### **1.4.3 Vías de acceso**

La principal vía de comunicación para el ingreso al municipio de Salcajá, es la interamericana CA-1 en la que son 195 km desde la ciudad capital.

### **1.4.4 Clima**

La precipitación en la zona es de un promedio de 1,000 mm anual, donde los meses más lluviosos son: mayo, junio, julio, agosto, septiembre y octubre; los meses más secos son: diciembre, enero, febrero, marzo y abril con una temperatura anual promedio de 21.9 °C (ANAPDE, 2016).

### **1.4.5 Uso del suelo**

Debido a las condiciones climáticas predominantes en el municipio de Salcajá, el uso actual del suelo son con los cultivos de melocotón principalmente, maíz, frijol, trigo y manzana.

## 1.4.6 Dimensiones de los problemas socioeconómicos

### 1.4.6.1 Línea base

El rendimiento promedio de frutos de melocotón según FRUTAGRU (2016) es de 12,000 kg/ha y por la presencia del hongo, los rendimientos han sido de 9,600 kg/ha, por lo que se puede observar que el rendimiento disminuyó en un 20 %, para ser exactos en 2,400 kg/ha.

### 1.4.6.2 Costos de manejo agronómico

Debido al bajo rendimiento provocado por monilinia (9,600 kg/ha) y el promedio de los precios de los últimos años (Q3.00/kg), han provocado que los ingresos de los productores disminuyan, mientras que los costos de aplicaciones de fungicidas aumentan. El costo promedio para el manejo de una hectárea de melocotón es de Q90,962.74 (cuadro 1).

**Cuadro 1. Costo de producción para una hectárea de melocotón**

	Actividad	Jornales	Salario/día	Costos
Directos	Poda	24	Q87.00	Q2,088.00
	Fumigaciones/aplicaciones	16	Q87.00	Q1,392.00
	Cosecha	160	Q87.00	Q13,920.00
	Desmalezado	8	Q87.00	Q696.00
	Fungicida y herbicida			Q6,361.75
	Fertilizantes granulados			Q6,749.99
	Subtotal			Q31,207.74
	Indirectos	Arrendamiento de terreno		
Gastos administrativos				Q16,000.00
Guardián				Q31,755.00
Mantenimiento de cercos del terreno				Q1,000.00
Combustible				Q5,000.00
Imprevistos				Q2,000.00
Subtotal				Q59,755.00
Costo total				Q90,962.74

En el cuadro 1 se puede observar que el costo de la aplicación de fungicida al cultivo asciende a Q7,753.75/ha y eso representa el 8.52 % del costo de producción.

#### **1.4.7 Condiciones ambientales predominantes en de la zona**

##### **1.4.7.1 Cambio climático y la razón de la aparición de *Monilinia fruticola***

La aparición de monilinia en la zona se debe principalmente a que la humedad relativa es alta durante todo el año y la precipitación es de 1,000 mm, siendo los meses más lluviosos: mayo, junio, julio, agosto, septiembre y octubre. Los meses secos son: enero, febrero, marzo y abril, estas condiciones son las adecuadas para que el hongo se desarrolle, debido a que provocan un microclima que favorece la proliferación del hongo.

Siendo esta una de las enfermedades más importantes del cultivo, debido a que los frutos con presencia de este hongo se dan por perdido.

La figura 2 presenta frutos de melocotón que fueron afectados por monilinia.



**Figura 2. Frutos afectados por monilinia (*Monilinia fruticola*)**

## **1.4.8 Programas y alternativas que los productores están utilizando para el control del hongo**

### **1.4.8.1 Control químico**

Los productores utilizan tres tipos de fungicidas para el control de monilinia:

- Sulfato cuprocalcico (Bordocop)
- Hidróxido de cobre (Hidrocop)
- Ziram (Ziram Granuflo)

### **1.4.8.2 Fertilización**

La fertilización juega un papel importante, debido a que una planta vigorosa es menos atacada por el patógeno. Actualmente se están utilizando fertilizantes con las siguientes fórmulas: 15-15-15 en dosis de 213.07 kg/ha, nitrato de calcio en dosis de 213.07 kg/ha y urea nitroextend en dosis de 213.07 kg/ha.

Esta labor ofrece una adecuada nutrición y contribuye a mejorar los rendimientos del cultivo, a mejorar la calidad del producto y preserva el vigor y estado general de las plantas, condición que les permite luchar contra los patógenos que las atacan.

### **1.4.8.3 Control cultural**

Los productores manejan la resepa o poda identificando plantaciones que han alcanzado un 70 % de infestación. La resepa consiste en la eliminación del tejido agotado de la planta para inducirla a generar nuevos tejidos.

#### **1.4.8.4 Propuesta de un manejo integrado de monilinia (*Monilinia fruticula*)**

##### **A. Tecnificación a los productores**

Por medio de ANAPDE realizar una capacitación que esté enfocada principalmente a los dueños de los huertos, sobre el manejo que se le tienen dar a los frutos de melocotón que presenten momilinia para no tener pérdidas económicas por ello.

##### **B. Manejo adecuado de los frutos infectados por el hongo**

Por medio de ANAPDE realizar una capacitación que esté enfocada a los trabajadores de los huertos, en donde se les explique cuál es el manejo adecuado que se le tiene que dar a los frutos que estén infectados por este hongo.

##### **C. Rotación de fungicidas**

Invitar a casas comerciales de agroquímicos para que den charlas sobre los productos que ellos recomiendan aplicar para el control de la monilinia y con ello hacer demostraciones en los huertos de los productores para que observen el efecto del producto sobre el hongo.

##### **D. Control de malezas durante los meses de lluvia**

En los meses de junio a octubre, en los huertos se debe quitar la maleza con azadones y machetes o con un producto agroquímico, para evitar que la maleza sea hospedero de algún insecto u hongo que pudiera afectar a los frutos.

## 1.5 CONCLUSIONES

1. La presencia del hongo monilinia (*Monilinia fruticula*) en los huertos disminuye la producción de melocotón en alrededor de un 20 %, lo cual repercute en los ingresos del productor y eventualmente afecta en su ámbito familiar.
2. Las condiciones climáticas en que se encuentran los huertos de los productores son aptas para que el hongo se desarrolle, ya que tienen una alta humedad relativa y una precipitación 1,000 mm, además de que el manejo que se les da a los frutos infectados no es el adecuado.
3. Los procesos que los pobladores están utilizando para el control del hongo son químicos, por medio de la aplicación de fungicidas sistémicos curativos y preventivos de contacto, en algunos huertos la fertilización y densidades apropiadas ha ayudado a que los árboles estén en condiciones favorables para tolerar el patógeno.

## 1.6 BIBLIOGRAFÍA

1. ANAPDE. (2016). *Datos de la estación meteorológica*. Quetzaltenango, Guatemala, Guatemala: Asociación Nacional de Productores Deciduos.
2. FRUTRAGRU. (2016). Base de datos. *Asociación de Fruticultores Agrupados*. Guatemala.





## **CAPÍTULO II**

**VARIACIÓN DEL DISTANCIAMIENTO DE FRUTO POR RAMILLA EN  
MELOCOTÓN (*Prunus persica* var. *Salcajá*) PARA MEJORAR  
LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LOS FRUTOS**



## 2.1 PRESENTACIÓN

El melocotón es uno de los principales cultivos frutales pertenecientes a los deciduos caducifolios, sembrados en la región de occidente, específicamente en mayor proporción en el departamento de Quetzaltenango. Según FRUTAGRU (2016), la variedad Salcajá está presente en un 90 % de los huertos ubicados en el municipio de Salcajá, debido a que esta es la que más se adapta a las condiciones edafo-climáticas del lugar.

En el último lustro la producción de melocotón aumento en el municipio de Salcajá según FRUTAGRU (2016), en el año 2013 fue de 1,372,900.00 kg, en el 2014 fue de 2,764,194.00 kg (201.40 % más que la producción anterior) y en el 2015 fue de 2,851,000.00 kg (207.66 % más que en el 2013). Con este aumento de producción, también influye en la clasificación de los frutos ya que estos se localizan mayormente en rangos bajos, siendo estos tamaños: pepita, canica y descarte. Los cuales en el mercado tienen una remuneración económica más baja. Según la base de datos de FRUTAGRU (2016), que es la entidad encargada del acopio de los melocotones, en el año 2013 el 48 % de la producción se clasificó en esos rangos, en el 2014 fue el 58 % de la producción y en el 2015 fue el 57 % de la producción, lo cual deja como evidencia que un promedio mayor del 50 % de la producción se localiza en los rangos bajos de la clasificación y obtuvieron un precio comercial, en promedio, para esos años de Q3.20, Q1.85 y Q1.10 por kg.

Una de las razones principales de los frutos clasificados en los rangos bajos, se debe a que no se realizan actividades para el manejo de frutos en el cultivo, por ejemplo: el raleo, que es muy importante, ya que regula el tamaño de los frutos y otras características organolépticas, debido a que solo se enfoca en llevar agua, luz y nutrientes a los frutos ya seleccionados.

Teniendo en cuenta esto, la producción de melocotón en el municipio de Salcajá se encuentra alrededor de los 12,000 kg/ha, presentando frutos con características heterogéneas.

Uno de los objetivos del raleo es que, sí se tiene éxito, los frutos que permanecen en el árbol resultan de mayor tamaño, más homogéneos entre si y mejora las características organolépticas, además evita la alternancia, es decir que un año el árbol produce demasiados frutos mientras que en el siguiente la producción es muy pobre.

En esta investigación se evaluaron diferentes distanciamientos entre frutos a 10 cm, 20 cm y 30 cm contra un testigo absoluto, el raleo se realizó por el método manual. El testigo absoluto consistió en un árbol de melocotón con un manejo convencional, en el cual no se efectuó raleo de frutos.

En la investigación se midieron las variables de rendimiento, diámetro de fruto, grados brix, consistencia de la pulpa y análisis económico. Los resultados obtenidos indican que el mejor tratamiento en la variedad Salcajá es el T4 (distanciamiento entre frutos a 30 cm) porque obtuvo un rendimiento de 24,526.20 kg/ha, de los cuales un 11.51 % de su producción se clasificó en mixto 1 (se refiere a los tamaños grande y mediano), con una rentabilidad del 37.10 % y una relación de beneficio/costo = 1.59, lo que indica que por cada Q1.00 invertido se recupera ese Q1.00 y se obtiene una ganancia de Q0.59.

## 2.2 MARCO TEÓRICO

### 2.2.1 Marco Conceptual

#### 2.2.1.1 Generalidades del cultivo

Según Cantín (2009) desde la antigüedad existen referencias escritas sobre el melocotonero, como Teofrasto (s. I a.C.), Columela y Plinio (s. I d.C.), pensaban que el origen del melocotonero se encontraba en Persia (actualmente Irán). Sin embargo, su verdadero origen parece estar en el oeste de China, donde podría cultivarse desde hace 4,000 años. Allí, la especie presenta la mayor diversidad genética y dispone de las mayores colecciones de melocotoneros. El nombre de melocotón, antiguamente llamado 'manzana persa', procede de melo (manzana) y cotonum (algodón), destacando así la particularidad aterciopelada de su piel.

El melocotón está comprendido entre los frutales que fueron introducidos a Guatemala, luego de la conquista en la época de la colonia. Se observan plantaciones comerciales o simplemente árboles dispersos desde los 1,500 m hasta 2,400 m s.n.m. Actualmente existe mucha variabilidad genética en los duraznos sembrados en el país, entre estos se encuentran aquellos de pulpa blanca (conocidos como duraznos blancos) y que actualmente se han estado utilizando como porta injerto de los de pulpa amarilla o melocotón (Cabrera Morales, 2003).

El melocotonero es uno de los frutales deciduos más tecnificado y más difundido en todo el mundo y es la tercera especie frutal más producida a escala mundial, después del manzano y del peral. Las principales áreas de producción están en Asia, Europa y América. (Cantín Mardones, 2009)

En los últimos años, la producción del melocotonero se ha duplicado como consecuencia del uso de técnicas de cultivo más eficientes, la introducción de nuevas variedades y de patrones mejor adaptados, pasando de 11.4 millones de toneladas en 1995 a 20.5 millones de toneladas en 2010. Asia es el continente de mayor producción (12.9 millones de

toneladas en 2010), seguido por el continente europeo (4 millones de toneladas en 2010) y por Estados Unidos (1.3 millones de toneladas en 2010), siendo los más importantes. Le siguen América del Sur (1.1 millones de toneladas en 2010), África (0.8 millones de toneladas en 2010) y Oceanía (0.1 millones de toneladas en 2010) (Reig Córdoba, 2013).

Según Cabrera (2003) el cultivo es ampliamente conocido como cultivo de clima templado, sin embargo desde hace más de 30 años con el mejoramiento genético que han estado realizando países como Estados Unidos (estados de Alabama, Florida y California) Brasil y México quienes han estado produciendo variedades de bajos requerimientos de HF (80 h a 250 h y 250 h a 600 h) permitiendo a Guatemala contar con algunas de ellas, en la que destaca la variedad Diamante (Early Grand, Early Gold) y la propiamente originada en Guatemala que es la variedad Salcajá.

#### **2.2.1.2 Clasificación taxonómica de *Prunus persica* (L) Batsch**

Según Cronquist (1987) la clasificación taxonómica del melocotonero es la siguiente:

Reino: Plantae

Sub-reino: Embryobionta

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Rosidae

Orden: Rosales

Familia: Rosaceae

Género: Prunus

Especie: *Prunus persica* (L.) Batsch.

### **2.2.1.3 Descripción botánica de *Prunus persica* (L.) Batsch**

Según Ola (2005) el melocotón, es un árbol robusto, de copa ovalada, con una vida productiva de 20 a 30 años. Presenta una raíz principal o pivotante, las cuales tienen un típico color anaranjado con lenticelas muy evidentes; están muy ramificadas e igual que la mayor parte de las plantas arbóreas, están muy extendidas y poco profundas. La zona explorada por las raíces ocupa una superficie mayor que la zona de proyección de la copa del árbol.

Si se deja crecer la planta libremente adopta un porte globoso y adquiere unas dimensiones medias de 4 m a 6 m. Las ramas de *Prunus persica* (L.) Batsch, según las dimensiones y la distribución de las yemas de flor se clasifican en: ramas mixtas, chifonas, ramas de mayo y chupones (Cabrera Morales, 2003).

Hojas simples, lanceoladas, de 7.5 cm - 15 cm de longitud y 2 cm - 3.5 cm de anchura, largamente acuminadas, con el margen finamente aserrado. Haz verde brillante, lampiñas por ambas caras. Pecíolo de 1 cm - 1.5 cm de longitud, con 2 - 4 glándulas cerca del limbo (Rojas Santizo, 2016).

Según Cabrera (2003) las yemas pueden ser vegetativas o de flor, las primeras se distinguen sobre todo por su forma cónica y menores dimensiones (longitud: 3 mm, 5 mm - 6 mm, diámetro 2 mm - 3.5 mm), están formadas por 8 - 10 perulas revestidas por una tomentosidad blanquecina. Las yemas de flor son globosas, de mayores dimensiones (longitud 5 mm - 7 mm, diámetro 3 mm - 4 mm) y están formadas por 10 - 12 perulas mucho más tomentosas que las anteriores, tienen por lo general una sola flor y a veces dos.

Las yemas de flor del melocotonero para poder completar su formación y llegar a florecer, deben superar un reposo a temperaturas relativamente bajas. Esta exigencia fisiológica de las yemas de flor se conoce con el nombre de "horas frío" y se mide convencionalmente por el número de horas por debajo de 7.2 °C necesarias para superar el período de reposo. Las

horas frío varían entre límites muy amplios según los cultivares (de pocas horas hasta más de 1,000 HF) (Cabrera Morales, 2003).

Las flores son hermafroditas, completas, auto fecundantes con cinco sépalos, cinco pétalos, numerosos estambres, un ovario súpero; los botones florales son gruesos y globosos, flores solitarias o agrupadas de color rosado o rojizo y aparecen sobre las ramas antes de las hojas cuando la planta termina el periodo de angostamiento. Cada yema floral es capaz de emitir una sola flor y una sola vez; y cada flor es capaz de “amarrar” un solo fruto (Larraga Cortéz & Suárez Gómez, 2011).

El fruto del melocotón es una drupa. En la gran mayoría de cultivares comerciales los frutos son redondos (globosos) o alargados (ovalados) y posee una epidermis delgada, un mesocarpio carnoso y un endocarpio o hueso que contiene la semilla. La aparición de huesos partidos es un carácter varietal (Ramírez Guillén, 2012).

Existen dos grupos según el tipo de fruto: De carne blanda, con pulpa sin adherencia al endocarpio y destino en fresco. De carne dura, con pulpa fuertemente adherida y destino en fresco e industria (Rojas Santizo, 2016).

Según Cabrera (2003) el pericarpio puede ser adherente a la pulpa o fácilmente separable. La pulpa adherida puede ser de color amarillo (del amarillo claro al anaranjado) o blanco. El hueso puede ser adherente a la pulpa o libre. Es frecuente el caso de pigmentación roja en la pulpa que en algunos casos puede cubrir casi completamente al fruto.

#### **2.2.1.4 Etapas fenológicas del melocotonero**

El melocotonero es un árbol propio de regiones templadas. Presentan un ciclo anual de desarrollo muy típico, caracterizado por una intensa floración en primavera, seguida de una foliación y el crecimiento vegetativo, que dura aproximadamente de 7 a 8 meses (López Maldonado, 2007).

Según López (2007) en sus recomendaciones para el manejo del cultivo de melocotón, las etapas fenológicas del melocotonero para la región occidental de Guatemala son:

- A. Reposo: es la fase donde queda inhibido el crecimiento y se detiene; poco tiempo después se desprenden todas las hojas, mediante abscisión del pecíolo, quedando totalmente desnudos y comenzando un período de reposo o inactividad casi total. Este desprendimiento total de las hojas, así como el período de reposo, son las características que definen a este tipo de árboles, ya que la caída de las hojas no obedece a la presencia de un estado de senescencia en ellas, sino ocurre en un lapso reducido y sucediendo en la totalidad de ellas, sin importar la edad o fase de desarrollo de las mismas. El melocotonero tiene que acumular entre 500 y 700 horas frío durante el invierno que es en los meses diciembre a febrero, para que los árboles puedan llenar sus requerimientos, durante su período de reposo.
  
- B. Yema hinchada: se presenta esta fase después del reposo, cuando el melocotonero ha acumulado las HF necesarias para empezar con los procesos vegetativos y de floración para el próximo ciclo de producción. Esta fase ocurre en los primeros días del mes de febrero.
  
- C. Punta verde-punta rosada: es la fase que sigue después de la de yema hinchada, donde se distinguen las yemas que serán vegetativas (punta verde) y las que serán florales o que producirán flor (yema rosada). Esta fase se da generalmente en el mes de febrero y se desarrolla simultáneamente con la etapa fenológica de yema hinchada.
  
- D. Punta rosada-inicio de floración: en esta fase se empieza la formación de la flor, dándose por lo general en el mes de marzo, siendo el requerimiento de agua mayor que el de la etapa anterior.
  
- E. Floración-caída de pétalos: esta fase es cuando el árbol se encuentra en plena floración o ya se ha formado la flor en su totalidad y también se inicia la caída de

pétalos para la posterior formación de fruto; ocurre en el mes de abril y necesita de agua para cubrir los requerimientos del cultivo.

- F. Cuajado de fruto: en esta fase se inicia la formación de fruto y se necesita la aplicación de agua a los árboles, ya que durante este período, los requerimientos de agua por los árboles son mayores. La fase de cuajado de fruto se da en el mes de mayo.
- G. Crecimiento de fruto: ocurre esta fase en los meses de junio-julio, se refiere al crecimiento y maduración. Para esta fase el requerimiento de agua por los árboles es mayor. En esta fase la aplicación de agua no es muy necesaria ya que se han iniciado las lluvias, pero debido a la mala distribución de las lluvias se hace necesario la aplicación de agua durante períodos prolongados de sequía (canículas).
- H. Cosecha: se da en los meses de agosto-septiembre y es cuando los frutos están maduros. En esta fase los requerimientos de agua empiezan a descender con relación a la fase anterior.

Las épocas de producción del melocotonero para la región de occidente, específicamente para el municipio de Salcajá en Quetzaltenango, se presentan en el cuadro 2.

**Cuadro 2. Épocas productivas del melocotonero**

<b>Etapa fenológica probable</b>	<b>Mes</b>
Reposo, yema hinchada	Diciembre, enero y febrero
Punta verde, punta rosada	Febrero
Punta rosada, inicio de floración	Marzo
Floración, caída de pétalos	Abril
Crecimiento del fruto	Mayo
Crecimiento del fruto, maduración del fruto	Junio
Maduración del fruto	Julio
Inicio cosecha	Agosto
Cosecha	Septiembre
Inicio caída de hojas	Octubre
Inicio reposo	Noviembre
Reposo	Diciembre

Fuente: López, 2007

El cuadro 2 sirve de referencia para indicar las diferentes etapas y períodos de desarrollo del fruto de melocotón. Siendo las principales para esta investigación la etapa de floración, crecimiento del fruto (momento en el cual se inicia el raleo de frutos), maduración y cosecha.

### **2.2.1.5 El período de reposo en el melocotonero**

Según Medina (2000) el letargo es un proceso de selección evolutivo desarrollado por los frutales de zonas templadas, con inviernos bien definidos, como mecanismo de defensa para resistir los daños por bajas temperaturas. Después del letargo invernal, normalmente se presenta la brotación regular y uniforme de las yemas vegetativas y florales. La exposición al frío requerido para poder reiniciar el crecimiento de un brote normal en la primavera se le conoce como período de reposo o letargo y la cantidad de frío necesaria para satisfacer este letargo, como requerimiento de frío; éste último se calcula en horas frío (HF) o unidades frío (UF). Estos requerimientos varían de especie a especie y aún dentro de cultivares de una especie frutal. Además, está generalmente aceptado que no todas las yemas en un árbol tienen idénticos requerimientos de frío (RF), por lo que cada yema podría comportarse individualmente. Normalmente, las yemas florales tienen más bajo RF que las

yemas vegetativas, y las yemas vegetativas terminales tienen más bajo RF que las yemas laterales.

En la actualidad es aceptado por la mayor parte de los fisiólogos, que el mecanismo directo que regula estos procesos internos es un balance o contenido proporcional en el interior de la planta, de promotores de crecimiento y de inhibidores, sustancias que en general producen resultados contrarios en su acción al actuar antagónicamente (López Maldonado, 2007).

Parece ser que los factores externos del árbol, en especial los climáticos, influyen de manera notable sobre la fisiología de éste, dictándole instrucciones sobre la síntesis de sustancias promotoras o inhibitoras. Cuando las cantidades de promotores son altas, los árboles son inducidos a crecer, mientras que la predominancia es de inhibidores, se induce al descanso (López Maldonado, 2007).

Los elevados contenidos de inhibidores que han podido ser observados en la proximidad del inicio del período de reposo y durante él, así como la disminución de ellos al final de dicho período y durante la brotación, coincidiendo con situaciones inversas respecto a promotores del crecimiento, parecen confirmar la hipótesis de que el reposo está determinado y regulado por el balance de la existencia de dichas sustancias que existen en la planta, en el cual tiene que ver mucho el efecto del frío. Que en definitiva tiende a determinar una predominancia de los promotores sobre los inhibidores, que permite la brotación (Calderón Alcázar, 1993).

Factores externos tales como la temperatura, radiación solar, humedad ambiental y edáfica, fotoperíodo, niveles de fertilización, labores de cultivo, etc. Pueden influir y de hecho influyen en el mecanismo que determina la caída de las hojas y la entrada de reposo de los árboles, pero su intervención no es del todo conocida en mucho de los casos (López Maldonado, 2007).

El reposo lleva implícita, entonces, una disminución muy notable, casi completa, de algunas funciones fisiológicas, mientras que otras quedan totalmente detenidas. Así la respiración aunque casi latente, continúa efectuándose, mientras que la fotosíntesis, la transpiración estomática, la traslocación de sustancias y el metabolismo en general desaparecen en su acción (Calderón Alcázar, 1993).

### **2.2.1.6 Métodos para calcular las horas frío (HF)**

#### **A. Método de Utah para el conteo de HF**

Se utilizan rangos de temperaturas que se encuentran clasificados de la siguiente manera:

- $<1.4$  °C no resultan efectivas, por lo cual no tienen incidencia en la acumulación de frío
- $1.5$  a  $2.4$  °C, o bien  $9.2$  a  $12.4$  °C, tienen una eficiencia del 50 %
- $2.5$  a  $9.1$  °C, tiene una eficiencia del 100 %
- $12.5$  a  $15.9$  °C no resultan efectivas, por lo cual no tienen incidencia en la acumulación de frío.
- $>16$  °C producen un efecto negativo, restando unidades de frío a la sumatoria diaria.

Las HF diarias se obtienen mediante la sumatoria de las UF (unidades de frío) de cada hora del día por lo que, para utilizar este método, se requieren datos por hora de temperatura.

#### **B. Método Directo para el conteo de HF**

Este método solo toma las temperaturas que se encuentran  $<7.2$  °C para el conteo de unidades de las horas frío.

Las HF diarias se obtienen mediante la sumatoria de las UF (unidades de frío) de cada hora del día por lo que, para utilizar este método, se requieren datos por hora de temperatura.

### **2.2.1.7 Raleo**

Según Reginato, Esguep y Callejas (2001) el raleo consiste en la remoción parcial de flores o frutos en los estados iniciales de desarrollo en árboles demasiado cargados; es una práctica normal, necesaria y de suma importancia en huertos destinados a producción.

### **2.2.1.8 Efectos principales del raleo de flores y/o frutos**

#### **A. Rendimientos**

El efecto del raleo sobre el número de frutos final es muchas veces negativo, dado que se trata de disminuir el número de frutos por árbol hasta un nivel tal que permita a los que quedan, crecer hasta un tamaño comercial aceptable. Esta reducción de rendimientos a partir de un menor número de frutos por unidad productiva, se recompensa con la mayor calidad de los mismos a la cosecha y por ende su mayor valor (INIA, 2014).

#### **B. Peso medio de los frutos**

Según INIA (2014) se logra un aumento en el tamaño de los frutos, que es diferente de acuerdo a las variedades. Observaron que otro resultado del raleo a destacar es la maduración de los frutos, que ocurrió antes que los tratamientos evaluados como testigo.

#### **C. Consistencia de la pulpa**

Según Lleó, Valero y Ruiz-Altisent (1999) se utiliza la siguiente clasificación de acuerdo a la Universidad de California, para la venta de estos frutos, en la cual se rige de acuerdo a la consistencia.

El cuadro 3 presenta los rangos de consistencia del melocotón expresados en Newtons (N).

Siendo 1 kg = 9.8 N (Newtons)

Newton (N) = la unidad de fuerza ejercida por la masa

**Cuadro 3. Rangos de consistencia del melocotón**

Rangos	Descripción
>50 N	Excelente para la venta al consumidor
40-50 N	Valores usuales para la venta al consumidor
30-40 N	Aumenta susceptibilidad a magulladuras
20-30 N	Valor límite para el transporte a punto de venta
10-20 N	Listo para comer

Fuente: Lleó, Valero y Ruiz-Altisent 1999

En el cuadro 3 se describe la clasificación de la consistencia de la pulpa de los frutos de melocotón para la venta al consumidor.

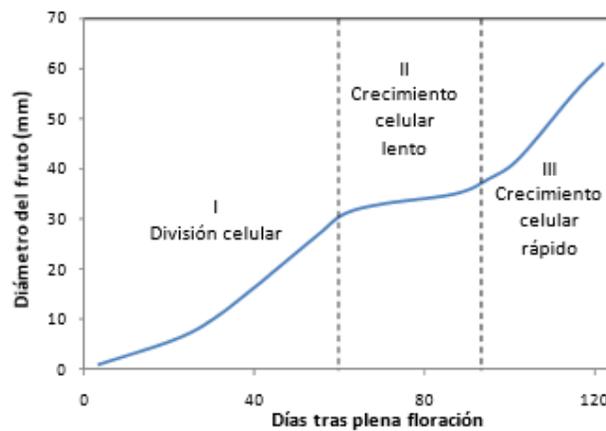
### 2.2.1.9 Raleo en durazneros, melocotoneros y nectarinos

#### A. Aspectos fisiológicos

Según INIA (2014) existen diferencias entre variedades, que se expresan con diferentes pautas de crecimiento de sus frutos y que se pueden reconocer mediante el análisis de sus curvas de crecimiento. En base a este comportamiento y en relación a su fecha de maduración, se han clasificado las variedades de frutales de melocotonero de acuerdo a:

- Variedades muy tempranas y tempranas. Ellas expresan una curva en la que no se pueden diferenciar etapas delimitadas de crecimiento y se las reconoce como curvas sigmoides simples. Son variedades que no presentan una fase clara de endurecimiento del hueso, proceso que sí se logra al final de la etapa de crecimiento de los frutos.

- Variedades tardías. Estas presentan en cambio, una curva bien característica que se conoce como doble sigmoide (figura 1), entendiéndose por tal aquella que expresa: una primera etapa (fase I) de crecimiento inicial rápido, otra de crecimiento enlentecido (fase II), en la que se produce el desarrollo del embrión así como también el endurecimiento del hueso, y una etapa final (fase III) de crecimiento importante del fruto que llega hasta alcanzar su completa madurez, mediante la absorción del agua y las complejas transformaciones bioquímicas de las materias primas antes almacenadas.



Fuente: Cantín, 2009

**Figura 3. Curva de crecimiento (tipo doble sigmoide) del fruto del melocotonero**

Según Jorquera (2012) con respecto a las variedades tardías, uno de los principales efectos del raleo de frutos es la influencia de ésta en el peso de los mismo. Es así como se han detectado dos períodos críticos en la disponibilidad de asimilados para el crecimiento de frutos y brotes, estos períodos corresponden a la etapa I y III de la curva de crecimiento de fruto. La disminución de la competencia por nutrientes, por eliminación de frutos antes del segundo período crítico, determina un cambio en la tasa de crecimiento de ellos, aun cuando el raleo se cumpla al final de la etapa II de crecimiento.

### 2.2.1.10 Métodos de raleo

Existen diferentes métodos que se utilizan para el raleo, que dependen de factores como la fecha de cosecha de la variedad, la capacidad de cuajado natural de la misma, la conducción y poda (INIA, 2014).

De acuerdo a Dini (2013) los distintos métodos pueden clasificarse de acuerdo a:

- La metodología empleada para el raleo: manual, mecánico y químico
- El momento en que se realice: muy temprano (raleo de botones florales), temprano (raleo de flores), normal (luego de fruto cuajado) y tardío (al momento del endurecimiento del hueso).

#### A. Raleo manual

Consiste en la eliminación directamente con las manos, de botones florales, flores o frutos, utilizando diferentes criterios de acuerdo al tipo de estructura eliminada (INIA, 2014).

En el caso de los botones florales, flores o frutos pequeños, la cantidad de estructuras eliminadas es más difícil de establecer que en el caso de los frutos ya más grandes y por tanto se hace de acuerdo a la experiencia que tenga el productor y tratando de dejar un potencial de cosecha adecuado eliminando un determinado porcentaje de estructuras (INIA, 2014).

Según Dini (2013) las principales limitantes de esta forma de raleo son su alto costo, la disponibilidad de mano de obra y sus dificultades operativas. Sin embargo ofrece la posibilidad de seleccionar los frutos defectuosos, dañados o pequeños y de distribuir mejor la fruta en el árbol, constituyéndose así en las principales ventajas.

a) Forma de llevar a cabo el raleo manual

La técnica implica la eliminación, en primera instancia, de los frutos pequeños, con daños por agentes bióticos o abióticos, débiles y/o mal formados, independientemente del espacio comprendido entre los que sí quedan (INIA, 2014).

b) Otro criterio es el de la relación del número de hojas por cada fruto

Según Moyano, Flores, Seta, Leone y Severin (2011) al disminuir el número de frutos mediante el raleo se mejora la relación hoja/fruto, lográndose un incremento en el tamaño de los mismos en una proporción menor que el incremento de dicha relación, debido a que parte de la producción extra de metabolitos es desviada al crecimiento vegetativo de la planta.

c) Raleo temprano: raleo manual de yemas de flor

Como se ha establecido por las ventajas que establece el disminuir la competencia temprana entre las estructuras productivas, es importante realizar el raleo lo más temprano posible (INIA, 2014).

Para el raleo de botones florales, se utilizan guantes flexibles, presionando las brindillas con dos o tres dedos y pasándolos por la misma desde el ápice hacia la base, haciendo mayor o menor presión de acuerdo a la intensidad de raleo buscado (INIA, 2014).

d) Intensidad del raleo

Se entiende por tal a la cantidad de fruta que se elimina de una brindilla en relación a las que presenta al momento del raleo, lo que puede quedar expresado en porcentaje sobre el

total de flores y/o frutos. Por ejemplo, la intensidad de raleo es un factor importante para lograr el objetivo del raleo y que en general con esta práctica se elimina entre un 50 % y 60 % de los frutos que han iniciado el desarrollo (INIA, 2014).

## B. Raleo mecánico

En zonas productoras donde el costo de la mano de obra es alta y/o la superficie cultivada de una variedad es muy grande, resulta imposible que el raleo manual de frutos se haga en tiempo y forma, por lo que se aplican estrategias de raleo mecánico de flores y/o frutos (INIA, 2014).

De acuerdo con Dini (2013) este tipo de raleo puede ser realizado de la siguiente manera:

1. Se puede conseguir un raleo efectivo en floración o poco después, mediante un chorro directo de agua a alta presión producido por un pulverizador manual.
2. Barriendo el árbol mediante el uso de una brocha de cerda rígida para eliminar algunos frutos pequeños.
3. Utilizando un vibrador que se sujeta sobre el tronco del árbol, método común de cosecha de algunos frutos secos. Sin embargo, este último método presenta varios inconvenientes como el de derribar los frutos más grandes, el de remover más frutos de zonas consistentes del árbol y de poder llegar a producir soberraleo en algunas ocasiones.

Según INIA (2014) los sistemas para raleo mecánico se basan en:

- a) Utilizar un cepillo de alambres finos de plástico, que al girar a una velocidad adecuada, permite barrer la superficie exterior de los árboles, eliminando parte de las flores o frutos allí presentes. Para este método se requiere de cierta habilidad y

experiencia de parte del operador, para evitar un raleo excesivo, ya que por ejemplo al estado de fruto cuajado, este sistema derriba tanto frutos grandes como pequeños.

Para realizar este tipo de raleo mecánico existen los equipos:

- Electro Flor para plantaciones conducidas en vaso
- Darwin o Fuet para plantaciones conducidas en eje central

Estos equipos reducen el tiempo de raleo en por lo menos 100 h/ha.

- b) Utilizar un vibrador, que puede ser el mismo que se utiliza para la cosecha mecánica de frutos como nueces y almendras. Este sistema se utiliza para ralear frutos y tiene el inconveniente que los que tienden a caer son siempre los frutos más grandes e indirectamente puede afectar el sistema radicular del árbol.

### C. Raleo químico

Es uno de los métodos de raleo más avanzados, en la cuál a través de sustancias químicas (como por ejemplo: urea, wilthin, armothin, reguladores de crecimiento (auxinas, giberelinas y citoquininas), insecticidas del grupo de los carbamatos, son los más utilizados por los productores para el raleo químico), que actúan como reguladores del crecimiento, promoviendo en la mayor parte de los casos los procesos conducentes a la abscisión del fruto. El efecto de estas sustancias varía con el cultivar, pero es difícil decir si ello se debe a la sustancia en sí, o a las condiciones climáticas capaces de modificar la respuesta a las aplicaciones de raleo en similares condiciones. La amplitud química de los productos evaluados a nivel mundial con capacidad raleadora es enorme: desde aceites minerales hasta reguladores del crecimiento de amplio espectro fisiológico (Otero, 2004).

### 2.2.1.11 Variedades de melocotón

#### A. Variedad Salcajá

Según Escobar (2008) Manuel Ovalle Soto un prominente pomólogo del municipio de Salcajá en Quetzaltenango, trabajó en el mejoramiento genético de variedades, produciendo una variedad comercial a la que denominó Salcajá y que hoy es la más propagada en el país. Esta variedad se obtuvo con cruces de las variedades norteamericanas Alberta y W. H. Hall, con un criollo guatemalteco. La producción comercial de esta variedad inició a partir de 1970.

La variedad por sus características de calidad pero sobre todo por su adaptabilidad a las condiciones de Guatemala, se propagó en el altiplano occidental y posteriormente a otras regiones del país (Escobar, 2008).

#### 1. Requerimiento de horas frío

Para esta variedad se estima que son entre 500 HF a 700 HF, por lo que las alturas recomendadas para el establecimiento de las plantaciones van desde los 1,800 m a los 2,300 m s.n.m (FRUTRAGRU, 2016).

Según López (2007) los meses en los que se obtienen los requerimientos de horas frío para la variedad Salcajá, en el municipio de Salcajá en Quetzaltenango es de diciembre a febrero.

#### 2. Caracterización agronómica del Melocotón Salcajá (*P. pérsica* (L) Batsch v. *Salcajá*)

Cabrera (2003) reporta la siguiente información para la variedad Salcajá:

- a) Porte. Altura promedio; 2.70 m, muy vigoroso, longitud media de chupones; 44 cm, grosor: 5 mm de diámetro.
- b) Corteza. Color en partes viejas; grisáceo, color en partes nuevas; verde, en la corteza vieja hay pecas de forma horizontal.
- c) Formación de yemas. Tamaño; mediano, distancia entre yemas vegetativas; 3.5 cm distancia pequeña.
- d) Hojas. Grandes; 15.8 cm x 4.2 cm, forma; alargada, color; verde oscuro, con bordes aserrados.
- e) Floración. Posee abundante floración.
- f) Época en que florece el 50 % de yemas. Finales de marzo, tamaño de flores; grandes, color; rosado suave.
- g) Época de maduración. Finales de agosto.
- h) Período de duración entre el cuajado de las flores y la maduración. 21 semanas (marzo a agosto).

### 3. Época de cosecha

La época de cosecha depende de la región y va desde finales de julio hasta principios de octubre. En Chimaltenango y Sacatepéquez se cosecha desde la segunda quincena de julio hasta finales de septiembre, en cambio en Quetzaltenango se cosecha desde el mes de septiembre hasta la segunda semana de octubre. Esta diferencia en la época de cosecha determina una ventaja para los productores de Chimaltenango y Sacatepéquez ya que la producción es en diferentes épocas (Escobar, 2008).

#### 4. Descripción del fruto de la variedad Salcajá

Esta variedad tiene una excelente adaptabilidad al altiplano guatemalteco. Frutos con un peso promedio de 150 g y 90 % de color amarillo y pulpa amarillenta adherida al hueso. Su período de cosecha oscila entre 180 y 190 días. Requiere de 550 HF a 600 HF, y alcanza de 12 °Bx a 14 °Bx (Ovalle López, 2010).

La figura 4 muestra un fruto de melocotón de la variedad Salcajá.



Fuente: Elaboración propia, 2016

**Figura 4. Fruto de melocotón de la variedad Salcajá**

En la figura 4 se observa un fruto de melocotón de la variedad Salcajá, el cual está listo para el corte y posteriormente ir a la clasificación.

Existen en el país otras variedades de melocotón sembradas pero a una menor proporción, las cuales son denominadas tempraneras ya que la cosecha ocurre en los meses de mayo a julio, entre las cuales destacan las siguientes:

## B. Diamante

Es un fruto de color totalmente amarillo intenso que en algunos lugares ha presentado pequeñas manchas rojas, de pulpa consistente adherida al hueso, lo que la hace buena para el transporte, de 90 a 100 días de floración a cosecha. Los frutos de medianos a pequeños, oscilando entre los 100 g a 150 g. Aroma profundo y una concentración de sólidos solubles que va de los 9 °Bx a los 12 °Bx. La época de cosecha se presenta desde abril hasta junio. Tiene la ventaja de que puede producir bajo el sistema de producción forzada, adelantando la producción hasta tres meses, lo que indica que puede cosecharse desde el mes de febrero. Se estima un requerimiento de horas frío entre los 150 h a 200 h. Este requerimiento se puede obtener a alturas comprendidas entre los 1,500 m s.n.m. en adelante. En Chimaltenango existen zonas que presentan esta altitud y que no tienen problemas de heladas que es una de las limitantes para los departamentos más al occidente (Quetzaltenango, Totonicapán, Sololá) (López Maldonado, 2007).

## C. 019

Según FRUTAGRU (2016) el árbol de esta variedad es de porte vigoroso, medianamente productor, con frutos medianos con un peso promedio de 130 g. El color del fruto es amarillento en un 90 % y el resto es rojizo. La pulpa es adherida al hueso. La concentración de sólidos solubles por fruto es de 10 °Bx. El tiempo de maduración es de 160 días. Requiere de 400 HF a 500 HF.

## D. Flor de Lys

La fruta es de color rojo, pulpa amarilla, poca dulzura, pulpa de consistencia suave, por lo que no soporta muy bien el transporte. Frutos de tamaño pequeño a mediano (75 g a 100 g). Aproximadamente 115 días de floración a cosecha, variedad originaria de Florida EE.UU (López Maldonado, 2007).

### **2.2.1.12 Glosario**

Chupones: esta rama tiene la característica de producir únicamente yemas vegetativas. Se diferencia por ser vigorosa y tener una posición vertical.

Fotoasimilados: son sustancias sintetizadas por las plantas a partir de CO<sub>2</sub> y energía solar.

Fotosintatos: son principalmente carbohidratos y otros compuestos que se producen en la fotosíntesis. El movimiento de los fotosintatos ocurre cuando el árbol está en la etapa final de la floración e iniciando la fructificación, siendo estos derivados al llenado del fruto.

Perulas: conjunto de brácteas y sépalos no diferenciados

Ramas chifonas: son ramas cortas y delgadas, en donde la yema terminal es vegetativa y las laterales son florales.

Ramas de mayo: se les llama así a los ramilletes de flores que se abren en el mismo período en que se formaron y que nacen de una sola yema floral.

Ramas mixtas: son ramas que llevan yemas vegetativas y yemas florales.

Tormentosidad blanquecina: órgano de la planta que está cubierto de pelos generalmente de color blanco, ramificados, cortos y dispuestos muy densamente.





Fuente: Elaboración propia, 2016

**Figura 6. Plantación de la variedad Salcajá**

En la figura 6 se observa árboles de melocotón de la variedad Salcajá que se utilizaron en la investigación.

#### **2.2.2.2 Características de la plantación**

- a) Melocotón variedad Salcajá
- b) El porta injerto utilizado es durazno blanco
- c) Los árboles tienen un distanciamiento de 4 m x 4 m.
- d) La edad de los árboles es de 7 años.
- e) El terreno es plano
- f) La inclinación del terreno es de 2 %

#### **2.2.2.3 Referencias climáticas del lugar**

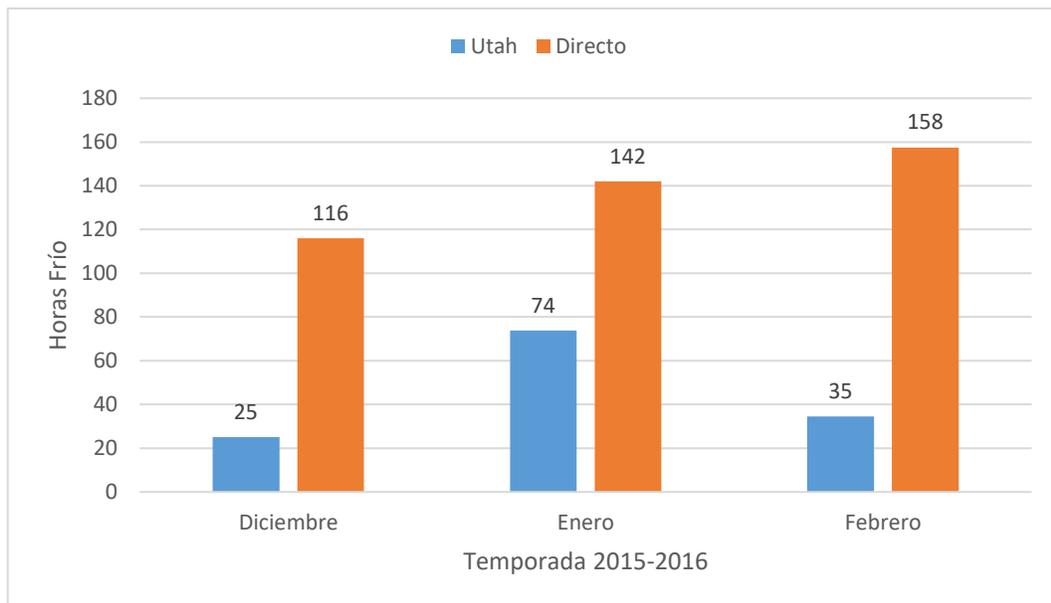
La producción obtenida en la temporada 2016, se debe a las siguientes condiciones, que son fundamentales para el buen desarrollo de los frutos de melocotón:

- a) Horas frío (HF)
- b) Precipitación

Horas Frío: se da cuando la temperatura oscila en un rango de 1.5 °C a 9.1 °C en una hora, en la cual las yemas florales quedan expuestas a esa temperatura que le ayuda a romper el estado de latencia para entrar en la floración. Normalmente ocurre en los meses de diciembre a febrero.

#### A. Horas frío (HF)

La figura 7 presenta las HF obtenidas por los métodos de Utah y Directo para la temporada 2015-2016.



Fuente: ANAPDE, 2016

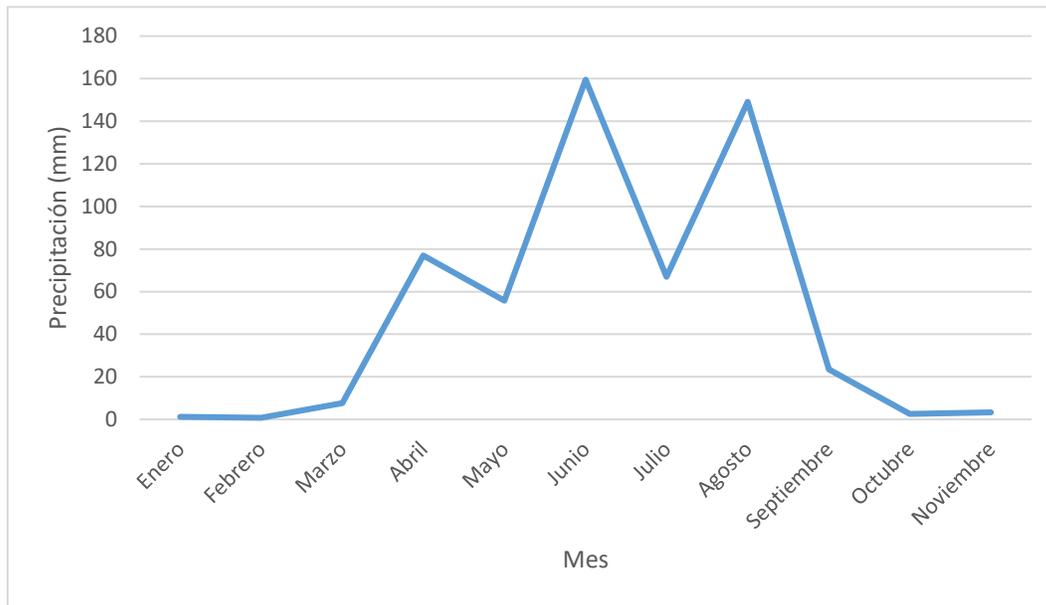
**Figura 7. Horas frío por mes para la temporada 2015-2016**

En la figura 7 se observa los resultados de los dos métodos empleados para el cálculo de las HF en nuestro país, sin embargo el de Utah es más exigente que el Directo en el recuento de horas frío, ya que hace descuentos cuando la temperatura sobrepasa los 16 °C. El método de Utah es el más apropiado a utilizar en nuestro país según PhD. Mirjana Bulatovic-Danilovic y PhD. Gavin van der Pool, ya que se adapta a nuestras condiciones climáticas, en donde la temperatura es muy variable, debido a que en la madrugada se presenta una temperatura muy fría y al medio día la temperatura sobrepasa los 20 °C.

Este año la mayoría de los productores del municipio de Salcajá se quejaban de que en sus huertos, los árboles de melocotón no tenían la cantidad de frutos que en temporadas pasadas y hacían referencia a que la variedad no llegó a las HF requeridas, porque las yemas solo eran de punta verde (vegetativas). Las HF inciden significativamente en las yemas, ya que al cumplir con las HF necesarias por la variedad para tener un buen desarrollo, la mayoría de las yemas se logra convertir en flor y posteriormente en fruto.

#### B. Precipitación (mm)

La figura 8 presenta la precipitación del año 2016 en el municipio de Salcajá, Quetzaltenango.



Fuente: ANAPDE, 2016

**Figura 8. Precipitación en el año 2016**

En la anterior se observa que los meses de junio y agosto del 2016, son los que presentan mayor disponibilidad de agua para el árbol.

## 2.3 OBJETIVOS

### 2.3.1 Objetivo general

Evaluar diferentes distanciamientos de frutos por ramilla en melocotón (*Prunus pérsica* var. *Salcajá*) para mejorar la producción y calidad de los frutos.

### 2.3.2 Objetivos específicos

1. Determinar que distanciamiento de frutos en melocotón (*Prunus pérsica* var. *Salcajá*) presenta la mejor producción y los frutos con la mejor calidad.
2. Realizar un análisis económico a los tratamientos evaluados.

## 2.4 HIPÓTESIS

El distanciamiento de raleo que presentará las mejores características y mayor tamaño en los frutos de melocotón es el T4 (30 cm), porque a mayor distanciamiento entre frutos hace que estos crezcan y desarrollen homogéneamente, debido a que no existe competencia por la obtención de agua, luz y nutrientes.

## 2.5 METODOLOGÍA

### 2.5.1 Metodología experimental

#### 2.5.1.1 Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar, con 4 tratamientos y 5 repeticiones para un total de 20 unidades experimentales.

#### 2.5.1.2 Tratamientos

El cuadro 4 presenta cada uno de los tratamientos evaluados en la investigación.

**Cuadro 4. Descripción de los tratamientos**

Tratamiento	Descripción
T1	Testigo absoluto
T2	Distanciamiento entre frutos a 10 cm
T3	Distanciamiento entre frutos a 20 cm
T4	Distanciamiento entre frutos a 30 cm

Fuente: Elaboración propia, 2016

En el cuadro 4 se describe los tratamientos evaluados en la investigación, siendo el T1 testigo absoluto que consistió en un árbol de melocotón con un manejo convencional, en el cual no se efectuó raleo de frutos.

#### 2.5.1.3 Modelo estadístico matemático

El modelo estadístico matemático asociado a este experimento se presenta a continuación:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Siendo:

$Y_{ij}$  = variable de respuesta medida en la  $ij$ -ésima unidad experimental

$\mu$  = media general de la variable de respuesta

$\tau_i$  = efecto del  $i$ -ésimo distanciamiento entre frutos en la variable dependiente

$\varepsilon_{ij}$  = error experimental asociado a la  $ij$ -ésima unidad experimental

$i$  = tratamiento

$j$  = repetición

#### 2.5.1.4 Unidad experimental

La unidad experimental estuvo formada por un árbol de 7 años de edad (figura 9), plantado a un distanciamiento de 4 m x 4 m y un manejo agronómico homogéneo (aplicando la misma cantidad de fertilizante y fungicida).



Fuente: Elaboración propia, 2016

**Figura 9. Unidad experimental**

### 2.5.1.5 Croquis de campo

La figura 10 presenta la distribución de cada una de las unidades experimentales y su aleatorización en el campo, siendo las características del terreno: plano y con una pendiente del 2 %.

**N**  


Lado izquierdo					Camino	Lado derecho			
Árbol						Árbol			
Fila	IV	III	II	I		Fila	I	II	III
1	X	X	X	X	1	X	X	X	
2	X	X	X	X	2	X	X	X	
3	T2R1	X	T3R3	X	3	X	X	X	
4	X	X	X	X	4	X	T4R1	X	
5	X	T1R1	X	X	5	X	X	T3R1	
6	X	X	X	X	6	X	T3R2	X	
7	X	X	T1R2	X	7	T1R3	X	X	
8	X	X	X	X	8	X	X	X	
9	X	T4R2	X	X	9	T3R4	X	X	
10	X	X	X	X	10	X	T2R2	X	
11	T4R3	X	X	X	11	X	X	X	
12	X	X	X	T3R5	12	T4R4	X	T1R4	
13	X	X	X	X	13	X	X	X	
14	X	X	X	X	14	X	X	X	
15	X	X	X	X	15	T2R3	X	X	
16	X	X	X	X	16	X	X	X	
17	X	X	X	X	17	T2R4	X	X	
18	X	X	X	X	18	T4R5	X	X	
19	X	X	X	X	19	T1R5	X	T2R5	

Fuente: Elaboración propia, 2016

**Figura 10. Croquis de campo**

Simbología:

X representa un árbol que no está siendo evaluado

### 2.5.1.6 Variables de respuesta

#### A. Rendimiento

La cosecha fue realizada de agosto a septiembre del año 2016, los días lunes y jueves de cada semana se destinaron para dicha labor; posteriormente los frutos fueron llevados a las instalaciones de la asociación, separándolos por tratamiento para ser pesados y clasificados de acuerdo a las normas establecidas por FRUTAGRU.

El Cuadro 5 presenta la clasificación por tamaño de los frutos para la comercialización de acuerdo a las normas de FRUTAGRU.

**Cuadro 5. Clasificación por tamaño de los frutos**

Rango	Tamaño	Dimensión
Super	Super	> 70 mm
Mixto 1	Grande y mediano	60 a 69 mm
Mixto 2	Mediano y pequeño	55 a 59 mm
Pepita	Pepita	50 a 54 mm
Canica	Canica	< 49 mm

Fuente: FRUTAGRU, 2016

En el Cuadro 5 se describe los tamaños y dimensiones de los frutos de melocotón de acuerdo a las normas establecidas por FRUTAGRU.

#### B. Diámetro del fruto

Después de haber raleado los frutos, con un Vernier se procedió a medir una vez al mes el diámetro de 10 frutos seleccionados al azar por cada unidad experimental. Esto se realizó en los meses de mayo a septiembre.

La figura 11 muestra las categorías de los frutos de melocotón.



Fuente: Elaboración propia, 2016

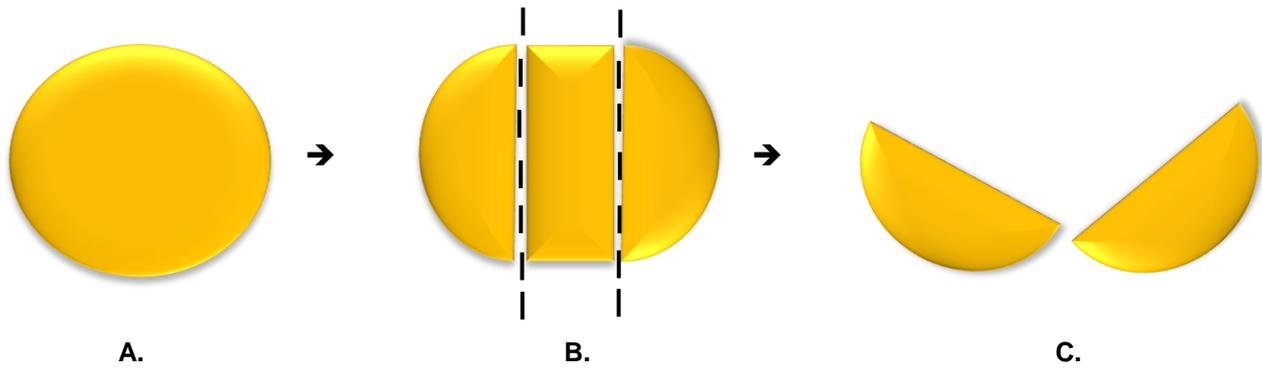
**Figura 11. Categorías de frutos de melocotón por calibre**

En la figura 11 se observa las categorías en las que están clasificados los frutos de melocotón de acuerdo a las normas de FRUTAGRU, después de postcosecha.

### C. Grados brix

Los cortes se realizaron los días lunes y jueves de cada semana durante los meses de agosto a septiembre, seleccionando al azar dos melocotones por unidad experimental. Posteriormente se le cortaron los laterales a cada fruto para obtener el jugo que se colocó en un refractómetro que mostro el contenido de sólidos solubles obtenido por cada fruto.

La figura 12 muestra la esquematización del corte de los laterales de melocotón.



Fuente: Elaboración propia, 2016

**Figura 12. Corte de laterales del fruto de melocotón**

**A. Fruto de melocotón, B. Corte de los laterales del melocotón y C. Laterales del melocotón**

En la figura 12 se observa como fue el corte de los laterales del fruto de melocotón, después de haber seleccionado un fruto de melocotón se prosiguió con el corte de los laterales para la obtención del jugo que se colocó en el refractómetro.

La figura 13 muestra la colocación del jugo de melocotón en el refractómetro.



Fuente: Elaboración propia, 2016

**Figura 13. Colocación del jugo de melocotón en el refractómetro**

En la figura 13 se observa la colocación del jugo de melocotón en el refractómetro, posteriormente el refractómetro indicó en una escala de 0 a 30 el contenido de sólidos solubles obtenido por el fruto.

#### D. Consistencia de la pulpa

Los cortes se realizaron los días lunes y jueves de cada semana durante los meses de agosto a septiembre, seleccionando al azar dos melocotones por unidad experimental; posteriormente se procedió a utilizar el penetrómetro que indicó en  $\text{kg/cm}^2$  la dureza o firmeza obtenida por cada fruto.

La figura 14 muestra el resultado obtenido en  $\text{kg/cm}^2$  por el fruto de melocotón utilizando un penetrómetro.



Fuente: Elaboración propia, 2016

**Figura 14. Medición de la consistencia de la pulpa del fruto de melocotón con el penetrómetro**

En la figura 14 se observa el resultado ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ) obtenido por el fruto de melocotón, después se procedió a multiplicarlo por 9.8 N para posteriormente clasificarlo de acuerdo a su consistencia.

#### E. Rentabilidad

Con los datos de rendimiento obtenidos por cada tratamiento, se procedió a realizar el cuadro de ingresos, en el cual cada rango de la clasificación tiene un precio para los frutos. Después se hizo el cuadro de costos, que varía en cada tratamiento por la cantidad de personas empleadas para el raleo de los frutos (cuadro 14). Posteriormente se realizó la relación beneficio/costo para determinar que tratamiento es el que presenta los mejores beneficios económicos para el productor.

### **2.5.1.7 Análisis de la información**

En esta investigación se utilizó un modelo mixto, debido a que no se cumplió con el supuesto de:

- Homocedasticidad (homogeneidad de varianzas entre los tratamientos) (cuadro 16A)

Las unidades experimentales fueron seleccionadas en forma aleatoria y producen un efecto aleatorio (este efecto se considera así debido a que su respuesta dependerá de condiciones ambientales que no son predecibles, además de la genética de la variedad), mientras que los tratamientos agregan un efecto fijo.

Para el análisis de los datos fue empleado el modelo mixto, ya que permite corregir no solo las medias sino también las varianzas, además que este modelo tiene mayor precisión con los datos.

Con los datos obtenidos de cada tratamiento y repetición, se realizó un análisis estadístico de varianza a las variables mencionadas anteriormente. Para determinar el mejor tratamiento se realizó un análisis de post-hoc a través de la prueba de comparación múltiple entre medias LSD (diferencia significativa mínima) de Fisher.

### **2.5.1.8 Análisis beneficio/costo**

Este método considera como costos a todos los desembolsos relacionados a la producción de un producto o servicio y como beneficios a todos los ingresos por cada tratamiento (se obtuvieron rendimientos por hectárea y posteriormente clasificados por rangos para tener su precio de venta).

## **2.5.2 Manejo del experimento**

### **2.5.2.1 Selección de las unidades experimentales**

En la última semana del mes de abril del año 2016, antes de hacer el raleo de frutos, fueron seleccionados 20 árboles de melocotón al azar. La edad de los árboles es de 7 años, con un distanciamiento de 4 m x 4 m y un manejo agronómico homogéneo.

Después de haber seleccionado a la unidad experimental, se colocó un rótulo indicando el tratamiento y la repetición que se evaluó, identificado en una manta vinílica.

### **2.5.2.2 Raleo de frutos**

El raleo de frutos fue de forma manual y se realizó en los primeros 15 días del mes de mayo (en la etapa de crecimiento del fruto), cuando el diámetro de los frutos era de aproximadamente 1.5 cm.

Los frutos que se ralearon de las ramillas, fueron los que se encontraron creciendo en aglomeración, dejando únicamente los que cumplían con la distancia indicada en el tratamiento (10 cm, 20 cm o 30 cm entre frutos). Se midieron las distancias utilizando una regla de metal marcada con las distancias de 10 cm, 20 cm y 30 cm. El horario de trabajo fue de 9:00 am a 5:00 pm.

La figura 15 muestra una ramilla con un distanciamiento de frutos a 20 cm correspondiente al tratamiento T3.



Fuente: Elaboración propia, 2016

**Figura 15 Distanciamiento de frutos a 20 centímetros**

En la figura 15 se observa una ramilla de melocotón que pertenece al tratamiento T3, en la cual solo quedaron 2 frutos a un distanciamiento de 20 cm.

### **2.5.2.3 Control de malezas**

Se realizaron 2 controles, el primero fue en el mes de mayo con glifosato aplicando 4 l/ha y el segundo fue en el mes de septiembre, utilizando machetes y azadones, para evitar que la maleza fuera hospedero de algún insecto u hongo, que pudiera afectar a los frutos.

### **2.5.2.4 Control de enfermedades**

Se realizó 20 días antes de empezar a cortar los frutos de melocotón, aplicando un fungicida con los siguientes ingredientes activos fluopyram + tebuconazole, para el control de *Monilinia fructicola*.

### **2.5.2.5 Fertilización**

Se realizaron 2 fertilizaciones durante el año, la primera se hizo en el mes de mayo con 15-15-15 aplicando 213.07 kg/ha y la segunda se realizó en el mes de julio con urea aplicando 213.07 kg/ha.

## 2.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 2.6.1 Rendimiento

El tratamiento que presentó el mejor resultado en rendimiento fue el T1 (testigo absoluto), esto debido a que el promedio de kg obtenidos por cada árbol en este tratamiento es de 44.50. Jorquera (2012) menciona que se han realizado estudios en melocotón que establecen que existe una relación directa entre la productividad y la carga frutal, aumentando la productividad a medida que la carga es mayor. El tener un alto rendimiento por árbol no siempre significa que los frutos presenten los tamaños más grandes, según Parra, Jacobo, Castro y Samerón (2014) los frutos tienen diámetros más pequeños cuando no se realiza un manejo a la carga frutal. Por lo que es necesario realizar una clasificación a los frutos evaluados para observar los tamaños que se obtuvieron por cada tratamiento.

Con los datos promedios obtenidos de rendimiento de los tratamientos T1 (testigo absoluto), T2 (distanciamiento a 10 cm), T3 (distanciamiento a 20 cm) y T4 (distanciamiento a 30 cm), se procedió a realizar un análisis de varianza bajo el enfoque de modelos mixtos.

Según el análisis de varianza el valor de p es  $<0.0001$  (cuadro 17A), indicando que existe diferencia significativa, por lo tanto este resultado hace referencia a que por lo menos uno de los tratamientos produce un incremento en el rendimiento de frutos de melocotón. Para determinar el mejor tratamiento se realizó un análisis de post-andeva a través de la prueba de comparación múltiple entre medias LSD de Fisher.

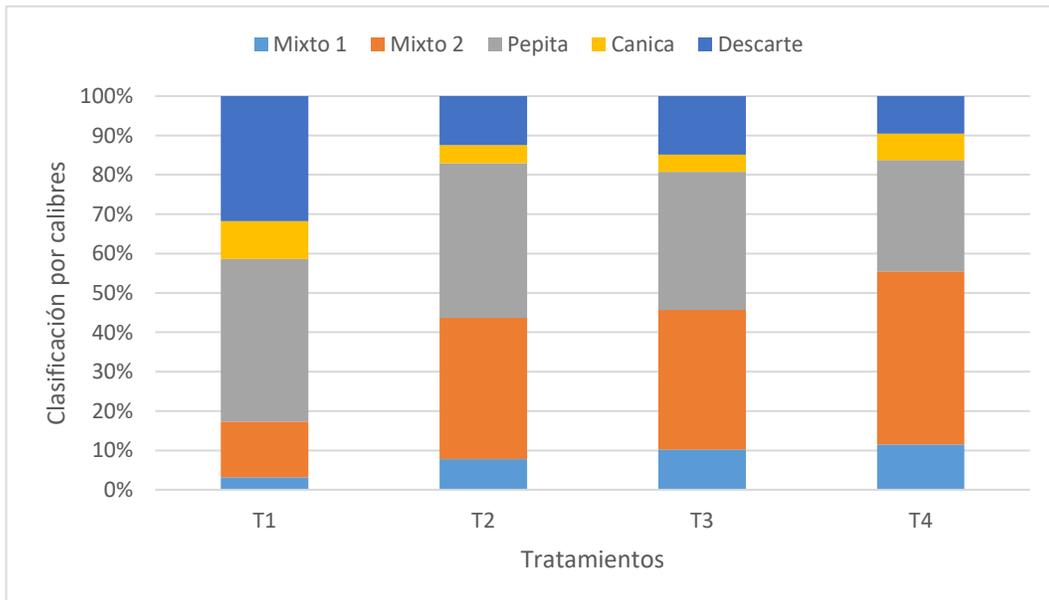
El cuadro 6 presenta los resultados de la prueba de medias de LSD de Fisher para la variable rendimiento.

**Cuadro 6. Prueba de medias de LSD de Fisher para variable rendimiento**

Tratamiento	Media (kg)	Grupo LSD de Fisher
T1	44.20	A
T2	42.36	B
T3	42.15	C
T4	39.24	D

En el cuadro 6 se puede observar que el mejor tratamiento para la variable rendimiento es el T1 (testigo absoluto) debido a que presenta una media de 44.20 kg/árbol. A este tratamiento no se le realizó raleo, es decir, su cantidad de frutos es mayor que el resto de los tratamientos. Sin embargo es preciso observar la clasificación de los frutos de melocotón para ver el efecto que tuvo el raleo.

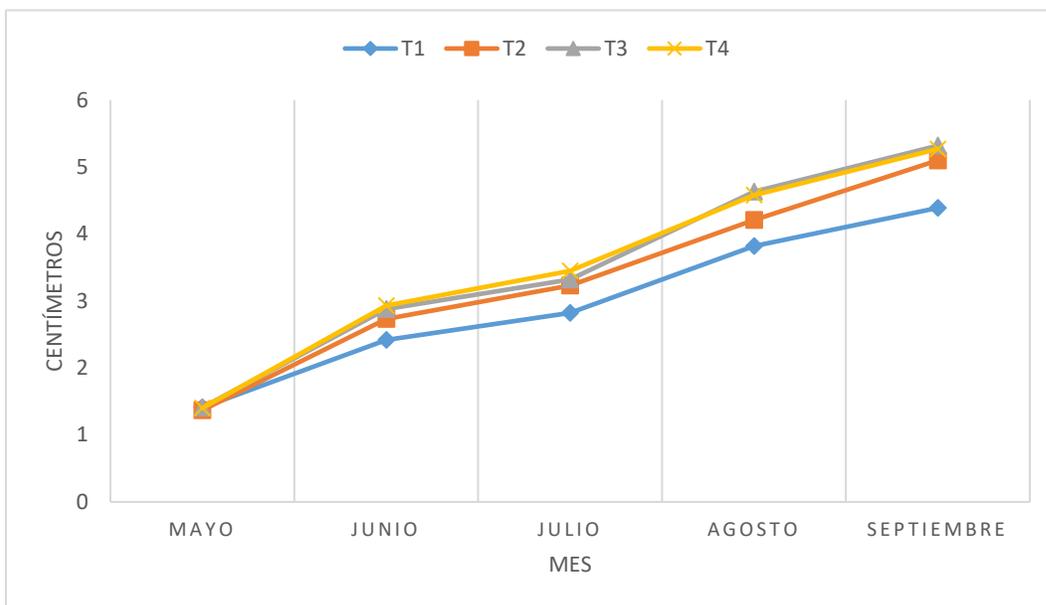
La figura 16 presenta el resultado de la clasificación por calibres de los melocotones obtenido por cada tratamiento.

**Figura 16. Clasificación de los frutos por calibres**

En la figura 16 se puede observar la clasificación de los frutos de los tratamientos evaluados, siendo muy notable el efecto que tuvo el raleo en ellos, debido a que aumentó el porcentaje de los frutos clasificados en mixto 1 y mixto 2, que son los rangos más altos. Estos datos demuestran que los frutos obtuvieron una mejor clasificación cuando se hizo raleo, sin embargo se tiene que realizar un análisis económico entre los tratamientos para determinar cuál es el que presenta los mejores beneficios económicos para el productor.

### 2.6.2 Diámetro del fruto

La figura 17 presenta el crecimiento de los frutos de melocotón en centímetros por mes de los tratamientos.



**Figura 17. Crecimiento de los frutos de melocotón**

En la figura 17 se observa como es el comportamiento de los frutos de melocotón en los meses de mayo a septiembre, siendo los tratamientos evaluados con raleo de frutos los que presentan mayor crecimiento en el diámetro.

Para esta variable diámetro del fruto los mejores tratamientos fueron T3 (distanciamiento a 20 cm) y T4 (distanciamiento a 30 cm), dichos tratamientos aumentaron su diámetro en 0.92 cm y 0.88 cm con respecto al T1 (testigo absoluto). Esto se debe en gran parte a que los frutos no compiten por agua, luz y nutrientes, sino que solo se enfocan en aumentar su tamaño (Dini, 2014).

Con los datos promedios obtenidos de los diámetros de frutos de los tratamientos T1 (testigo absoluto), T2 (distanciamiento a 10 cm), T3 (distanciamiento a 20 cm) y T4 (distanciamiento a 30 cm), se procedió a realizar un análisis de varianza bajo el enfoque de modelos mixtos.

Según el análisis de varianza el valor de p es  $<0.0001$  (cuadro 17A), indicando que existe diferencia significativa, por lo tanto este resultado hace referencia a que por lo menos uno de los tratamientos incrementa el diámetro en los frutos de melocotón. Para determinar el mejor tratamiento se realizó un análisis de post-andeva a través de la prueba de comparación múltiple entre medias LSD de Fisher.

El cuadro 7 presenta los resultados de la prueba de medias de LSD de Fisher para la variable diámetro del fruto.

**Cuadro 7. Prueba de medias de LSD de Fisher para variable diámetro de frutos**

Tratamiento	Media (cm)	Grupo LSD de Fisher
T3	5.32	A
T4	5.28	A
T2	5.1	A
T1	4.4	B

En el cuadro 7 se puede observar que los mejores tratamientos para el incremento en el diámetro en los frutos de melocotón es el T3 (distanciamiento a 20 cm) y el T4 (distanciamiento a 30 cm), ya que el diámetro en estos tratamientos aumenta en 0.92 cm y

0.88 cm respectivamente, lo cual implica que los frutos de estos tratamientos son de mayor tamaño comparándolos con los frutos del T1 (testigo absoluto).

Curetti (2009) menciona que al hacer un raleo de frutos, el diámetro de estos aumenta y es debido a que se modifica el crecimiento mediante el estímulo de la división celular. En donde las citocininas promueven el alargamiento celular en los tejidos vegetales y Dini (2013) menciona que también se reduce la competencia por los fotoasimilados, lo cual implica a los frutos tener un mayor tamaño.

### **2.6.3 Grados brix**

Es de resaltar que los tratamientos T3 (distanciamiento a 20 cm) y T4 (distanciamiento a 30 cm), reportaron los mayores promedios de °Bx en los frutos de melocotón que fueron de 13.50 y 13.55 respectivamente, los cuales superaron significativamente al T1 (testigo absoluto) que tuvo un contenido de °Bx promedio de 12.50. Este aumento en el contenido de °Bx en los frutos de melocotón, hace que estos adquieran un sabor más dulce y sean más apetecibles para el mercado nacional.

Con los datos promedios obtenidos de °Bx de los tratamientos T1 (testigo absoluto), T2 (distanciamiento a 10 cm), T3 (distanciamiento a 20 cm) y T4 (distanciamiento a 30 cm), se procedió a realizar un análisis de varianza bajo el enfoque de modelos mixtos.

Según el análisis de varianza el valor de p es  $<0.0001$  (cuadro 17A), indicando que existe diferencia significativa, por lo tanto este resultado hace referencia a que por lo menos uno de los tratamientos incrementa los °Bx en los frutos de melocotón. Para determinar el mejor tratamiento se realizó un análisis de post-hoc a través de la prueba de comparación múltiple entre medias LSD de Fisher.

El cuadro 8 presenta los resultados de la prueba de medias de LSD de Fisher para la variable °Bx.

**Cuadro 8. Prueba de medias de LSD de Fisher para variable grados brix**

Tratamiento	Media (°Bx)	Grupo LSD de Fisher
T4	13.55	A
T3	13.50	A
T1	12.50	B
T2	12.35	B

En el cuadro 8 se puede observar que los mejores tratamientos para grados brix son el T4 (distanciamiento a 30 cm) y T3 (distanciamiento a 20 cm), debido a que estos tratamientos aumentan el contenido de sólidos solubles en los frutos de melocotón en más de 1 grado, lo cual implica que los frutos de estos tratamientos presentan mayor dulzor comparándolos con los frutos del T1 (testigo absoluto), mientras que los frutos del T2 (distanciamiento a 10 cm) no presentaron incremento en el contenido de sólidos solubles.

Según Casierra, Rodríguez y Cárdenas (2007) se debe resaltar el alto poder de atracción de fotosintatos ejercido por los frutos que quedan en los árboles después de un raleo, los cuales tienen menor competencia entre ellos por los fotoasimilados, lo que resulta en un incremento en el contenido de sólidos solubles en los frutos.

Según Cantín (2009) los carbohidratos son compuestos derivados de la fotosíntesis, que influyen de forma notable en la calidad organoléptica y nutricional del melocotón. Influyen en el sabor y el aroma del fruto, por el equilibrio que se establece entre dulzor y acidez; en el color, mediante los derivados glicosilados de las antocianinas; y en la textura, porque constituyen los polisacáridos estructurales de la pared celular de las células del fruto.

#### **2.6.4 Consistencia de la pulpa**

En lo referente a la variable consistencia de la pulpa, los mejores tratamientos fueron T3 (distanciamiento a 20 cm) y T4 (distanciamiento a 30 cm), a través de los cuales se obtuvieron firmezas de 93.10 N y 90.94 N en los frutos de melocotón, con diferencias muy significativas con respecto al T1 (testigo absoluto) que reporto una firmeza de 88.69 N. Estos

tratamientos fueron los únicos que superaron los 90 N, lo cual hace que estos frutos sean menos susceptibles a daños por magulladuras cuando sean transportados.

Con los datos promedios obtenidos de la consistencia de la pulpa de los tratamientos T1 (testigo absoluto), T2 (distanciamiento a 10 cm), T3 (distanciamiento a 20 cm) y T4 (distanciamiento a 30 cm), se procedió a realizar un análisis de varianza bajo el enfoque de modelos mixtos.

Según el análisis de varianza el valor de p es  $<0.0001$  (cuadro 17A), indicando que existe diferencia significativa, por lo tanto este resultado hace referencia a que por lo menos uno de los tratamientos incrementa la consistencia de la pulpa de los frutos de melocotón. Para determinar el mejor tratamiento se realizó un análisis de post-andeva a través de la prueba de comparación múltiple entre medias LSD de Fisher.

El cuadro 9 presenta los resultados de la prueba de medias de LSD de Fisher para la variable consistencia de la pulpa.

**Cuadro 9. Prueba de medias de LSD de Fisher para variable consistencia de la pulpa**

Tratamiento	Media (kg/cm <sup>2</sup> )	Newton (N)	Grupo LSD de Fisher
T3	9.50	93.10	A
T4	9.28	90.94	B
T1	9.05	88.69	C
T2	8.87	86.93	D

En el cuadro 9 se puede observar que el mejor tratamiento es el T3 (distanciamiento a 20 cm), debido a que este tratamiento aumento la firmeza en los frutos de melocotón en 6.41 N comparándolos con los frutos del T1 (testigo absoluto), lo que implica que los frutos de este tratamiento fueron menos susceptibles a daños por magulladuras en su traslado hacia el punto de venta y también cabe la posibilidad de que aumentará su vida en anaquel.

Según Cantín (2013) la firmeza influye directamente en la susceptibilidad a los daños mecánicos durante el manejo postcosecha. El ablandamiento del fruto durante la maduración, se debe fundamentalmente a la solubilización enzimática de las pectinas insolubles de la pared celular, que provoca una reducción de la cohesión celular y con ello el ablandamiento del tejido.

Lleó, Valero y Ruiz (1999) afirman que algunos de los frutos de las variedades de melocotones se mantienen firmes después de madurar, si tienen un alto contenido en azúcares, por lo que se admite en ellos que la consistencia de la pulpa sea  $>50$  N.

Con los datos de las pruebas anteriores podemos determinar que el mejor tratamiento en esta investigación, es el T4 (distanciamiento a 30 cm) ya que sus frutos tienen mayor dulzura, mayor tamaño, presentan una mayor firmeza y además hace que estos frutos tengan las características deseadas por el mercado de Guatemala.

### **2.6.5 Análisis financiero**

Con los datos promedios obtenidos de los calibres de cada rendimiento de los tratamientos T1 (testigo absoluto), T2 (distanciamiento a 10 cm), T3 (distanciamiento a 20 cm) y T4 (distanciamiento a 30 cm), se procedió a realizar un análisis financiero para determinar que tratamiento presenta los mejores beneficios económicos para el productor.

El cuadro 10 presenta los calibres de frutos e ingresos obtenidos para el tratamiento 1.

**Cuadro 10. Calibre de frutos por hectárea del T1**

<b>T1 (testigo absoluto)</b>			
Distanciamiento (m)	árboles/ha	kg/árbol	kg/ha
4x4	625	44.20	27,625.00
<b>Producción</b>			
Clasificación	kilogramos	Precio/kg	Ingresos
Mixto 1	875.71	Q9.90	Q8,669.53
Mixto 2	3,908.94	Q8.25	Q32,248.76
Pepita	11,403.60	Q4.40	Q50,175.84
Canica	2,654.76	Q2.20	Q5,840.47
Descarte	8,781.99	Q1.10	Q9,660.19
<b>Total</b>			Q106,594.79

El cuadro 11 presenta los calibres de frutos e ingresos obtenidos para el tratamiento 2.

**Cuadro 11. Calibre de frutos por hectárea del T2**

<b>T2 (distanciamiento entre frutos a 10 cm)</b>			
Distanciamiento (m)	árboles/ha	kg/árbol	kg/ha
4x4	625	42.36	26,475.02
<b>Producción</b>			
Clasificación	kilogramos	Precio/kg	Ingresos
Mixto 1	2,059.76	Q9.90	Q20,391.62
Mixto 2	9,493.94	Q8.25	Q78,325.01
Pepita	10,415.27	Q4.40	Q45,827.19
Canica	1,212.56	Q2.20	Q2,667.63
Descarte	3,293.49	Q1.10	Q3,622.84
<b>Total</b>			Q150,834.29

El cuadro 12 presenta los calibres de frutos e ingresos obtenidos para el tratamiento 3.

**Cuadro 12. Calibre de frutos por hectárea del T3**

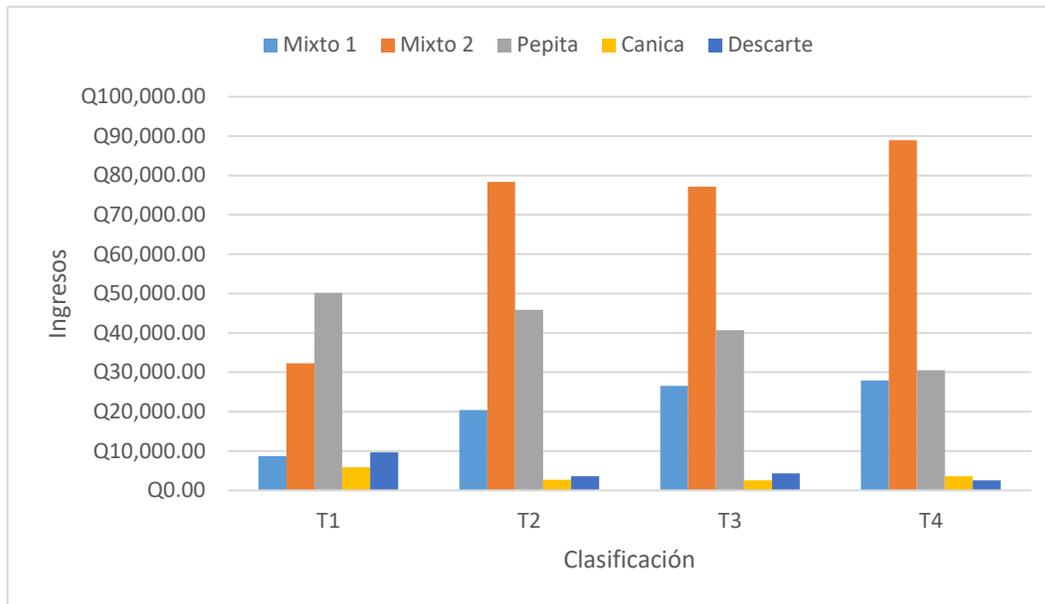
<b>T3 (distanciamiento entre frutos a 20 cm)</b>			
Distanciamiento (m)	árboles/ha	kg/árbol	kg/ha
4x4	625	42.15	26,343.76
<b>Producción</b>			
Clasificación	kilogramos	Precio/kg	Ingresos
Mixto 1	2,684.43	Q9.90	Q26,575.86
Mixto 2	9,349.40	Q8.25	Q77,132.55
Pepita	9,241.39	Q4.40	Q40,662.12
Canica	1,151.22	Q2.20	Q2,532.68
Descarte	3,917.32	Q1.10	Q4,309.05
<b>Total</b>			Q151,212.26

El cuadro 13 presenta los calibres de frutos e ingresos obtenidos para el tratamiento 4.

**Cuadro 13. Calibre de frutos por hectárea del T4**

<b>T4 (distanciamiento entre frutos a 30 cm)</b>			
Distanciamiento (m)	árboles/ha	kg/árbol	kg/ha
4x4	625	39.24	24,526.20
<b>Producción</b>			
Clasificación	kilogramos	Precio/kg	Ingresos
Mixto 1	2,822.83	Q9.90	Q27,946.02
Mixto 2	10,781.19	Q8.25	Q88,944.82
Pepita	6,935.67	Q4.40	Q30,516.95
Canica	1,643.18	Q2.20	Q3,615.00
Descarte	2,343.33	Q1.10	Q2,577.66
<b>Total</b>			Q153,600.44

La figura 18 presenta los ingresos que obtuvo de cada tratamiento en la clasificación de sus frutos.



**Figura 18. Ingresos por tratamiento**

En la figura 18 se observa los ingresos que obtiene cada tratamiento en la clasificación por el calibre de sus frutos. Los tratamientos donde se realizó el raleo de frutos muestran que obtienen mayor ganancia en los rangos más remunerados económicamente (mixto 1 y mixto 2) comparándolo con el testigo absoluto, sin embargo es necesario realizar los de costos de producción para determinar si existe beneficio económico en los tratamientos evaluados.

El cuadro 14 presenta el estado de resultados por hectárea de los tratamientos.

**Cuadro 14. Estado de resultados por hectárea de los tratamientos**

Tratamiento	T1 (testigo absoluto)	T2 (distanciamiento a 10 cm)	T3 (distanciamiento a 20 cm)	T4 (distanciamiento a 30 cm)
Ingresos	Q106,594.79	Q150,834.29	Q151,212.26	Q153,600.44
Costos variables	Q31,120.74	Q35,992.74	Q36,340.74	Q36,862.74
Utilidades brutas	Q75,474.05	Q114,841.55	Q114,871.52	Q116,737.70
Costos fijos	Q59,755.00	Q59,755.00	Q59,755.00	Q59,755.00
Utilidades netas	Q15,719.05	Q55,086.55	Q55,116.52	Q56,982.70

En el cuadro 14 se puede observar el estado de resultados por hectárea obtenidos por cada tratamiento, en los cuales los costos variables son diferentes entre los tratamientos evaluados, debido a que se emplearon personas para el raleo de frutos lo cual incremento los costos de producción (cuadro 18A). El tratamiento T1 no presento incremento, por lo cual sus costos variables fueron de Q31,120.74. El tratamiento T2 incremento sus costos variables en Q4,785.00 debido a que fueron requeridas 11 personas por 5 días para el raleo de frutos. El tratamiento T3 incremento sus costos variables en Q5,220.00 debido a que fueron requeridas 12 personas por 5 días para el raleo de frutos. El tratamiento T4 incremento sus costos variables en Q5,655.00 debido a que fueron requeridas 13 personas por 5 días para el raleo de frutos.

Al realizar un raleo de frutos, hace que estos se logren desarrollar adecuadamente y por consiguiente estén clasificados en los rangos más altos que obtienen los mejores beneficios económicos para el productor. El tratamiento que obtuvo el mayor beneficio económico fue el T4 (distanciamiento a 30 cm) equivalente a un monto de Q56,982.70/ha, mientras que el T1 (testigo absoluto) tuvo un beneficio económico equivalente a un monto de Q15,719.05/ha. El margen de utilidades que dejo el T4 con respecto al T1 fue por un monto de Q41,263.65/ha.

Se determinó la eficiencia de los recursos financieros durante la ejecución del experimento, que consistió en relacionar el total de los valores actuales de los ingresos entre el valor total de los valores actuales de los egresos a una tasa de actualización dada (CIAGROS, 2007).

$$R \frac{B}{C} = \frac{[\Sigma Y]}{[\Sigma E]}$$

Siendo:

$R \frac{B}{C}$  = Relación Beneficio/Costo

Y = Ingresos

E = Egresos

T1, testigo absoluto

$$R \frac{B}{C} = \left( \frac{106,594.79}{90,875.74} \right) = 1.17$$

T2, distanciamiento a 10 cm

$$R \frac{B}{C} = \left( \frac{150,834.29}{95,747.74} \right) = 1.58$$

T3, distanciamiento a 20 cm

$$R \frac{B}{C} = \left( \frac{151,212.26}{96,095.74} \right) = 1.57$$

T4, distanciamiento a 30 cm

$$R \frac{B}{C} = \left( \frac{153,600.44}{96,617.74} \right) = 1.59$$

En la relación beneficio/costo el mejor tratamiento es el T4 (distanciamiento a 30 cm), porque nos indica que por cada quetzal invertido se recupera ese quetzal y se obtiene una ganancia de 59 centavos. El tratamiento que siguió con los mejores beneficios es el T2 (distanciamiento a 10 cm) porque nos indica que por cada quetzal invertido se recupera ese quetzal y se obtiene una ganancia de 58 centavos. Mientras que el T3 (distanciamiento a 10 cm) ocupa el tercer lugar porque nos indica que por cada quetzal invertido se recupera ese quetzal y se obtiene una ganancia de 57 centavos. Y el último lugar corresponde al T1 (testigo absoluto) porque nos indica que por cada quetzal invertido se recupera ese quetzal y se obtiene una ganancia de 17 centavos.

Para encontrar la rentabilidad de cada tratamiento se utilizó la siguiente formula

$$Rentabilidad = \left( \frac{UN}{IT} \right) \times 100\%$$

Siendo:

UN = utilidades netas

IT = ingresos totales

T1, testigo absoluto

$$\text{Rentabilidad} = \left( \frac{15,719.05}{106,594.79} \right) \times 100 \% = 14.75 \%$$

T2, distanciamiento a 10 cm

$$\text{Rentabilidad} = \left( \frac{55,086.55}{150,834.29} \right) \times 100\% = 36.52 \%$$

T3, distanciamiento a 20 cm

$$\text{Rentabilidad} = \left( \frac{55,116.52}{151,212.26} \right) \times 100 \% = 36.45 \%$$

T4, distanciamiento a 30 cm

$$\text{Rentabilidad} = \left( \frac{56,982.70}{153,600.44} \right) \times 100 \% = 37.10 \%$$

El tratamiento con la rentabilidad más alta es el T4 (distanciamiento a 30 cm) porque presenta una mayor eficiencia para generar utilidades.

El cuadro 15 presenta los resultados financieros de los tratamientos evaluados.

**Cuadro 15. Resultados financieros**

Rubro	T1	T2	T3	T4
A. Ingresos	Q106,594.79	Q150,834.29	Q151,212.26	Q153,600.44
B. Egresos	Q90,875.74	Q95,747.74	Q96,095.74	Q96,617.74
Beneficio neto (A-B)	Q15,719.05	Q55,086.55	Q55,116.52	Q56,982.70
R B/C	1.17	1.58	1.57	1.59
Rentabilidad	14.75	36.52	36.45	37.10

En el cuadro 15 se detalla el beneficio neto y la rentabilidad en la producción de frutos de melocotón utilizando los tratamientos T1 (testigo absoluto), T2 (distanciamiento a 10 cm),

T3 (distanciamiento a 20 cm) y T4 (distanciamiento a 30 cm), siendo el tratamiento que presenta los mejores beneficios económicos el T4, debido a que obtiene un margen de utilidades por un monto de Q41,263.65/ha con respecto al T1.

Esto se debe a que los frutos presentan un mayor calibre, clasificándose un 11.51 % de su producción que es exactamente 2,822.83.11 kg como mixto 1 que es el mejor pagado y ese rendimiento es 322.35 % más que el presenta el T1, por lo que al realizar el raleo de frutos se obtiene un mejor desarrollo y un mayor beneficio económico.

Además el tratamiento presenta una rentabilidad de 37.10 %, lo cual hace que sea muy eficiente para generar utilidades y en la relación beneficio/costo = 1.59 lo que nos indica que por cada Q1.00 invertido, se recupera ese Q1.00 se obtiene una ganancia de Q0.59.

## 2.7 CONCLUSIONES

1. El tratamiento que presentó los mejores resultados fue el T4 (distanciamiento entre frutos a 30 cm), ya que su rendimiento por árbol es de 39.24 kg de los cuales el 11.51 % de los frutos se clasifican en mixto 1 que es el rango mejor remunerado económicamente. Los frutos de este tratamiento presentaron las siguientes características: un diámetro de 5.28 cm, consistencia de la pulpa de 9.20 kg/cm<sup>2</sup> y 13.55 °Bx.
2. De acuerdo con el análisis económico el tratamiento T4 (distanciamiento entre frutos a 30 cm) es el que presenta el mayor beneficio económico para el productor, ya que obtiene Q56,982.70 como utilidades netas y margen de utilidades de Q41,263.65/ha con respecto al T1, siendo este tratamiento el más recomendable para implementarlo en los huertos.

## 2.8 RECOMENDACIONES

1. En esta primera investigación de raleo, se demostró que el T4 (distanciamiento a 30 cm), presentó las mejores características en los frutos y beneficios económicos para el productor por lo cual es conveniente replicar el tratamiento en otras zonas productoras (Chichicasteñango, Chimalteñango y Jalapa) y con otras variedades de melocotón, para ver el efecto que tienen en los frutos.
2. Difundir los resultados que se lograron obtener del raleo de frutos, a los productores de melocotón por medio de la ANAPDE y que toda esta información sirva para crear una base de datos.
3. Ya que se obtuvo una alta consistencia de la pulpa de melocotón, en la siguiente investigación se recomienda medir la variable vida de anaquel de los frutos.

## 2.9 BIBLIOGRAFÍA

1. ANAPDE. (2016). *Datos de la estación meteorológica*. Quetzaltenango, Guatemala, Guatemala: Asociación Nacional de Productores Deciduos.
2. Cabrera Morales, A. (2003). *Efecto de antioxidantes, desinfectantes, medios de cultivo y reguladores de crecimiento, en la propagación in vitro del cultivo de yemas axilares de melocotón Prunus persica (L.) Batsch var. Salcajá (Tesis Ing. Agr.)*. Obtenido de USAC, Biblioteca Central: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01\\_2045.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2045.pdf)
3. Calderón Alcázar, E. (1993). *Fruticultura general*. México: Limusa. 381 p.
4. Cantín Mardones, C. M. (2009). *Estudio agronómico y de la calidad del fruto del melocotonero [P. persica (L.) Batsch] en diferentes poblaciones de mejora para la selección de nuevos cultivares (Tesis PhD.)*. Obtenido de CSIC - Estación Experimental de Aula Dei (EEAD): <http://digital.csic.es/handle/10261/39658>
5. Casierra-Posada, F., Rodríguez Puerto, J. I., & Cárdenas-Hernández, J. (2007). *La relación hoja: fruto afecta la producción, el crecimiento y la calidad del fruto en duraznero (Prunus persica L. Bastch, cv. Rubidoux)*. Obtenido de Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín, 60(1) 3657-3669.: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v60n1/a03v60n1.pdf>
6. CIAGROS. (2007). Guía metodológica de inversión a nivel de factibilidad. CIAGROS, Centro de Inteligencia Agrosocioeconómica, Boletín Informativo. Guatemala: USAC, Facultad de Agronomía. 22 p.
7. Cronquist, A. (1987). *Introducción a la botánica*. Mexico: Compañía Editorial Continental. 828 p.
8. Curetti, M. (2009). *Efecto y modo de acción de la aplicación foliar de urea sobre perales cv. Williams Bon Chretien en floración (Tesis MSc.)*. Obtenido de INTA, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria: <http://inta.gov.ar/documentos/efecto-y-modo-de-accion-de-la-aplicacion-foliar-de-urea-sobre-perales-cv.-williams-bon-chretien-en-floracion>
9. Dini Viñoly, M. A. (2013). *Manejo de la carga frutal en manzano del grupo "Gala" con diferentes tratamientos químicos y manuales (Tesis Ing. Agr.)*. Obtenido de UDELAR, Universidad de la República, Uruguay: <https://www.colibri.udelar.edu.uy/bitstream/123456789/1739/1/3869din.pdf>
10. Escobar, E. H. (2008). *Evaluación de 10 tratamientos para extender la vida de anaquel del fruto del melocotonero (Prunus persica L. cultivar Salcajá), Guatemala (Tesis Ing. Agr.)*. Obtenido de USAC, Biblioteca Central: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01\\_2422.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2422.pdf)
11. FRUTRAGRU. (2016). Base de datos. *Asociación de Fruticultores Agrupados*. Guatemala.

12. INIA. (2014). *Manual del duraznero: la planta y la cosecha*. Obtenido de Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria: [http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/bd%20108\\_2014.pdf](http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/bd%20108_2014.pdf)
13. Jorquera, N. Y. (2012). *Evaluación de la intensidad de raleo sobre la productividad y calidad de fruto en variedades de durazno conservero (Tesis Ing. Agr.)*. Obtenido de Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronomicas: <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/112229>
14. Larraga Cortéz, I. C., & Suárez Gómez, L. C. (2011). *Evaluación de dos tipos de poda y inductores de brotación en el cultivo de durazno (Prunus pérsica. L) variedad Conservo Amarillo y determinación de sus estados fenológicos, en dos localidades (Tesis Ing. Agr.)*. Obtenido de UTC, Universidad Técnica de Cotopaxi, Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Ecuador: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/774/1/T-UTC-0597.pdf>
15. Lleó García, L., Valero Ubierna, C., & Ruiz-Altisent, M. (1997). *Parámetros de calidad organoléptica en el melocotón*. Obtenido de UPM, Universidad Politécnica de Madrid: [http://oa.upm.es/6272/1/Valero\\_24.pdf](http://oa.upm.es/6272/1/Valero_24.pdf)
16. López Maldonado, Ó. H. (2007). *Recomendaciones para el cultivo del melocotón (Prunus persica Stokes) en el occidente de Guatemala (Tesis Ing. Agr.)*. Obtenido de USAC, Biblioteca Central: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01\\_2304.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2304.pdf)
17. Medina Torres, R. (2000). *Fenología y producción forzada de frutales caducifolios bajo condiciones subtropicales (Tesis PhD.)*. Obtenido de Universidad de Colima, Ciencias Agrícolas y Forestales: [http://digeset.ucol.mx/tesis\\_posgrado/Pdf/Raul%20Medina%20Torres.pdf](http://digeset.ucol.mx/tesis_posgrado/Pdf/Raul%20Medina%20Torres.pdf)
18. Moyano, M. I., Flores, P., Seta, S., Leone, A., & Severin, C. (2011). *Efecto de diferentes prácticas culturales sobre la producción, calidad y maduración de frutos de duraznero cv. Early Grande*. Obtenido de Ciencias Agronomicas, 17(11):7-11: <http://www.cienciasagronicas.unr.edu.ar/journal/index.php/agronom/article/view/8>
19. Ola Huitz, R. B. (2005). *Efecto de la época de aplicación de cianamida hidrogenada como compensador de frío sobre la producción del melocotón (Prunus persica), variedad Salcajá, bajo condiciones del Valle de Quetzaltenango. (Tesis Ing. Agr.)*. Obtenido de USAC, Biblioteca Central: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01\\_2198.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_2198.pdf)
20. Otero, A. (2004). *Raleo de frutos en mandarina Satsuma y otros cítricos*. Obtenido de INIA, Unidad de Agronegocios y Difusión, Serie Técnica N° 140: <http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/15630021107125002.pdf>
21. Ovalle López, L. A. (2010). *Evaluación del uso de malla de polipropileno con el sistema de macrotules como método preventivo del daño provocado por heledas a la floración en el cultivo de melocotón (Prunus persica L. Rosáceae) en el municipio de Salcajá*

- (Tesis Ing. Agr.). Obtenido de Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Agrícolas y Ambientales: <http://200.38.75.90:8980/Tesis/06/04/Ovalle-Leonardo/Ovalle-Leonardo.pdf>
22. Parra-Quezada, R. Á., Jacobo-Cuellar, J. L., Castro-Aguilar, J., & Salmerón-Zamora, J. J. (2014). Intensidad de raleo y calidad de fruto en durazno cv Baby Gold 8. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 5(4):550-556. Obtenido de <http://cienciasagricolas.inifap.gob.mx/editorial/index.php/Agricolas/article/view/3096>
23. Ramírez Guillén, J. G. (2012). *Riego deficitario y atmósfera controlada para mantener compuestos bioactivos en melocotón (Tesis MSc.)*. Obtenido de Universidad Politécnica de Cartagena, Ingeniería de los Alimentos y del Equipamiento Agrícola: España: <http://repositorio.upct.es/xmlui/bitstream/handle/10317/2861/tfm119.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
24. Reginato, G., Esguep, F., & Callejas, R. (2001). *Evaluación de raleadores químicos en manzanos var. Braeburn*. Obtenido de *Agric. Téc. (Chile)* 61(4): [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0365-28072001000400002](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0365-28072001000400002)
25. Reig Córdoba, G. (2013). *Selección de nuevas variedades de melocotón [Prunus persica (L.) Batsch] en función de caracteres agronómicos, morfológicos, de calidad y de conservación del fruto (Tesis PhD.)*. Obtenido de Universitat de Lleida, Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agrària, Departament de Química: España: <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/130009/Tgrc1de1.pdf?sequence=2>
26. Rojas Santizo, L. R. (2016). *Influencia de las horas frío y heladas tardías sobre la producción de melocotón (Prunus persica L.; Rosaceae); cultivar Salcajá, Quetzaltenango (2000-2010) Estudio de caso (Tesis Ing. Agr.)*. Obtenido de Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Agrícolas Ambientales: <http://biblio4.url.edu.gt/Tesis/V20/seol/Tesis/2016/06/04/Rojas-Luis.pdf>

## 2.10 ANEXOS

**Cuadro 16A. Resumen de pruebas al supuesto de homogeneidad de varianzas**

Variable de respuesta	Coefficiente de variación	Valor de p	Homogeneidad de varianzas
Rendimiento	33.4	0.1779	No cumple
Diámetro	3.37	0.0001	Si cumple
Grados brix	8.15	0.4691	No cumple
Consistencia de la pulpa	6.3	0.6507	No cumple

**Cuadro 17A. Análisis de varianza para las variables evaluadas**

Variable de respuesta	Valor de p
Rendimiento	0.0001
Diámetro	0.0001
Grados brix	0.0001
Consistencia de la pulpa	0.0001

**Cuadro 18A. Costos de producción por hectárea.**

	Actividad	Jornales	Salario/día	Costos
Directos	Poda	24	Q87.00	Q2,088.00
	Fumigaciones/aplicaciones	16	Q87.00	Q1,392.00
	Cosecha	160	Q87.00	Q13,920.00
	Desmalezado	8	Q87.00	Q696.00
	Fungicida y herbicida			Q6,361.75
	Fertilizantes granulados			Q6,749.99
	Subtotal			Q31,207.74
Indirectos	Arrendamiento de terreno			Q4,000.00
	Gastos administrativos			Q16,000.00
	Guardián			Q31,755.00
	Mantenimiento de cercos del terreno			Q1,000.00
	Combustible			Q5,000.00
	Imprevistos			Q2,000.00
	Subtotal			Q59,755.00
Costo total				Q90,962.74

Los costos de producción por hectárea para el cultivo de melocotón en el municipio de Salcajá, Quetzaltenango en el año 2016 fue de Q90,962.74





### **CAPÍTULO III**

**SERVICIOS REALIZADOS EN EL MUNICIPIO DE SALCAJÁ,  
QUETZALTENANGO**



### 3.1 PRESENTACIÓN

El municipio de Salcajá, ubicado en el departamento de Quetzaltenango, es uno de los principales productores de melocotón en el país y la mayoría de los huertos localizados en esta zona no cuentan con una estación meteorológica, tan esencial para la toma de decisiones.

En la ejecución práctica de las labores de campo para la atención y manejo del cultivo de melocotón, es de suma importancia contar con una referencia de registros y literatura que permitan identificar de manera precisa los cambios que ocurren en el clima así también como en el cultivo. Como por ejemplo si se llegó al requerimiento de horas frío requeridas por el cultivo y como es el comportamiento de la precipitación en el transcurso de los meses, para ver si es necesario utilizar un sistema de riego.

Cuantificar las horas frío por medio de una estación meteorología, es de gran ayuda porque por medio de esta herramienta los productores pueden observar como es el comportamiento de la temperatura y decidir si aplican compensadores de horas frío en su cultivo.

El monitoreo de la precipitación, es muy importante debido a que el cultivo requiere de agua en las etapas fenológicas de la floración hasta el desarrollo del fruto y en nuestro país ocurre de febrero (verano) a agosto (invierno), por lo que si al principio de las etapas no cuenta con el agua necesaria perjudicaría el crecimiento de los frutos, siendo vital el manejo del riego por parte de los productores.

### **3.2 ÁREA DE INFLUENCIA**

El área de influencia del trabajo de EPS fue la Asociación Nacional de Productores Deciduos (ANAPDE), ubicada en el kilómetro 189.5 de la Carretera Interamericana que conduce de Cuatro Caminos hacia Quetzaltenango.

ANAPDE tiene 20 años de formación y se origina por 200 miembros los cuales pertenecen a las regiones de Chimaltenango, Quiche, Jalapa y Quetzaltenango.

### **3.3 OBJETIVO GENERAL**

Apoyar a la ANAPDE en la creación de una base datos meteorológicos

## **3.4 SERVICIOS PRESTADOS**

### **3.4.1 Diseño de base de datos para el cálculo de las horas frío por el método Directo**

#### **3.4.1.1 Objetivo específico**

Diseñar una base de datos para el cálculo de las horas frío recopiladas por la estación meteorológica para el método Directo.

#### **3.4.1.2 Metodología**

##### **A. Diseño de la base de datos**

Para esta fase de la metodología, fue necesario recopilar los datos de horas frío (HF) de la estación meteorológica desde el año 2010 hasta el año 2016, luego colocarlos en Excel y darles un formato para el momento en que se realice la sumatoria diera la cantidad exacta correspondiente a cada temporada por el Método Directo.

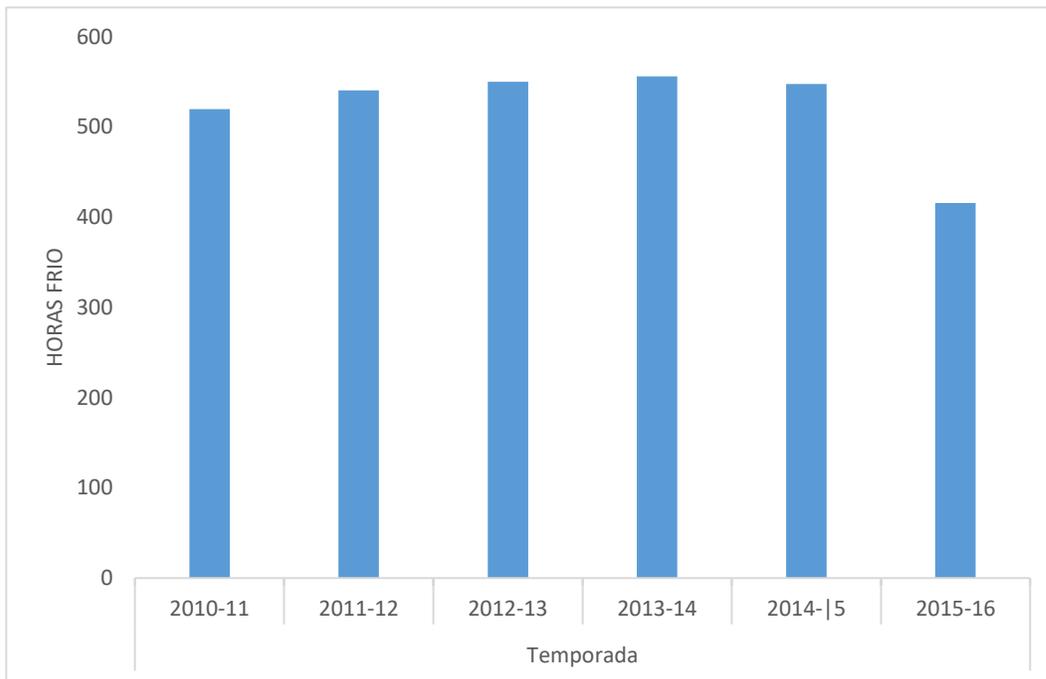
##### **B. Método Directo para el conteo de las HF**

Este método solo toma las temperaturas que se encuentran  $<7.2$  °C para el conteo de unidades de las horas frío.

Las HF diarias se obtienen mediante la sumatoria de las UF (unidades de frío) de cada hora del día por lo que, para utilizar este método, se requieren datos por hora de temperatura.

### 3.4.1.3 Resultados

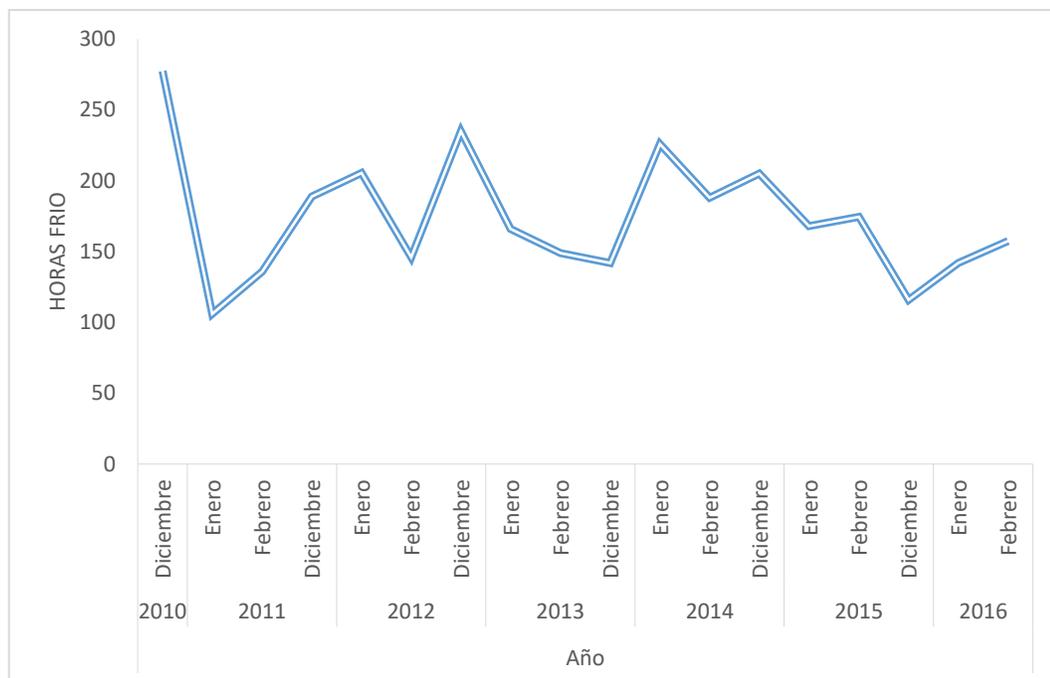
La Figura 19 presenta las HF por el método Directo para las temporadas 2010-2016 en el municipio de Salcajá, Quetzaltenango.



**Figura 19. Horas frío por el método Directo para las temporadas 2010-2016**

En la Figura 19 se observa el total de HF por temporada utilizando el método Directo, en donde la temporada 2015-2016 no alcanzó las 500 HF requeridas por la variedad Salcajá, siendo la única excepción.

La Figura 20 presenta las HF mensuales por el método Directo del año 2010 al año 2016 en el municipio de Salcajá, Quetzaltenango.



**Figura 20. Horas frío mensuales por el método Directo para las temporadas 2010-2016**

En la Figura 20 se detalla el total de HF por mes utilizando el método Directo, donde los meses de diciembre a febrero logran superar las 100 HF, lo cual hace que lleguen al requerimiento de HF de la variedad.

#### 3.4.1.4 Evaluación

Este método es utilizado por las personas para el cálculo de las horas frío en nuestro país, sin embargo este lo utilizan países con inviernos muy marcados, por lo que este método no sería muy confiable de utilizar, debido a las condiciones climáticas de nuestro país. Es necesario calcular las HF por otro método para tener mayor precisión con los datos.

### **3.4.2 Diseño de base de datos para el cálculo de las horas frío por el método de Utah**

#### **3.4.2.1 Objetivo específico**

Diseñar una base de datos para el cálculo de las horas frío recopiladas por la estación meteorológica para el método de Utah.

#### **3.4.2.2 Metodología**

##### **A. Diseño de la base de datos**

Para esta fase de la metodología, fue necesario recopilar los datos de horas frío (HF) de la estación meteorológica desde el año 2010 hasta el año 2016, luego colocarlos en Excel y darles un formato para el momento en que se realice la sumatoria diera la cantidad exacta correspondiente a cada temporada por el Método de Utah.

##### **B. Método de Utah para el conteo de HF**

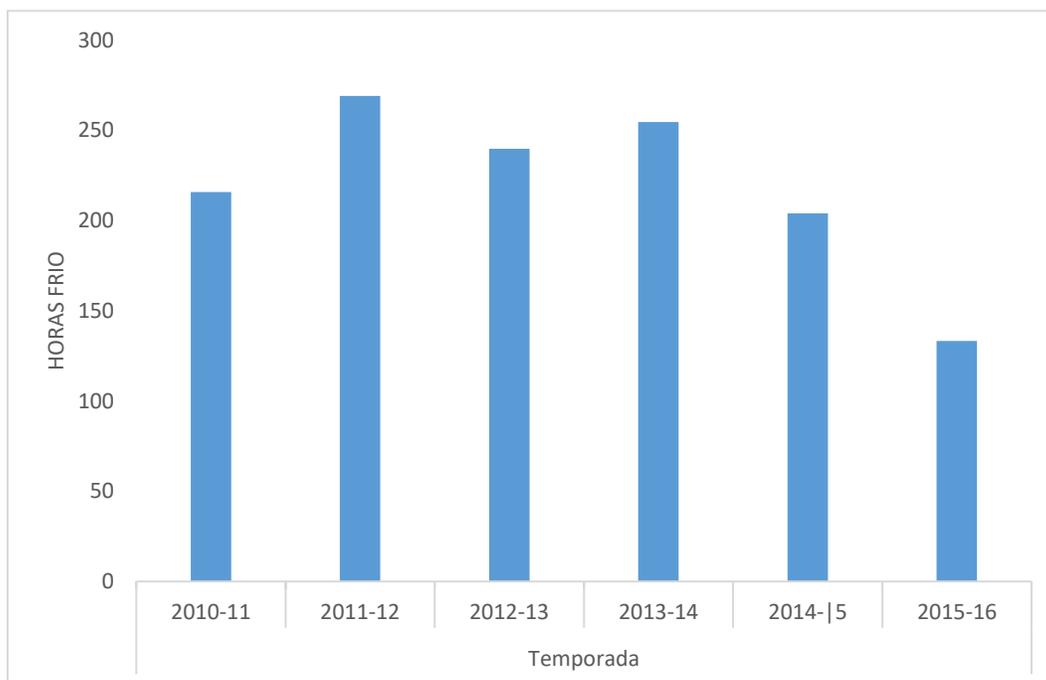
Se utilizan rangos de temperaturas que se encuentran clasificados de la siguiente manera:

- $<1.4$  °C no resultan efectivas, por lo cual no tienen incidencia en la acumulación de frío
- $1.5$  °C y  $2.4$  °C, o bien  $9.2$  y  $12.4$  °C, tienen una eficiencia del 50 %
- $2.5$  °C y  $9.1$  °C, tiene una eficiencia del 100 %
- $12.5$  °C y  $15.9$  °C no resultan efectivas, por lo cual no tienen incidencia en la acumulación de frío.
- $>16$  °C producen un efecto negativo, restando unidades de frío a la sumatoria diaria.

Las HF diarias se obtienen mediante la sumatoria de las UF (Unidades de Frio) de cada hora del día por lo que, para utilizar este método, se requieren datos por hora de temperatura.

### 3.4.2.3 Resultados

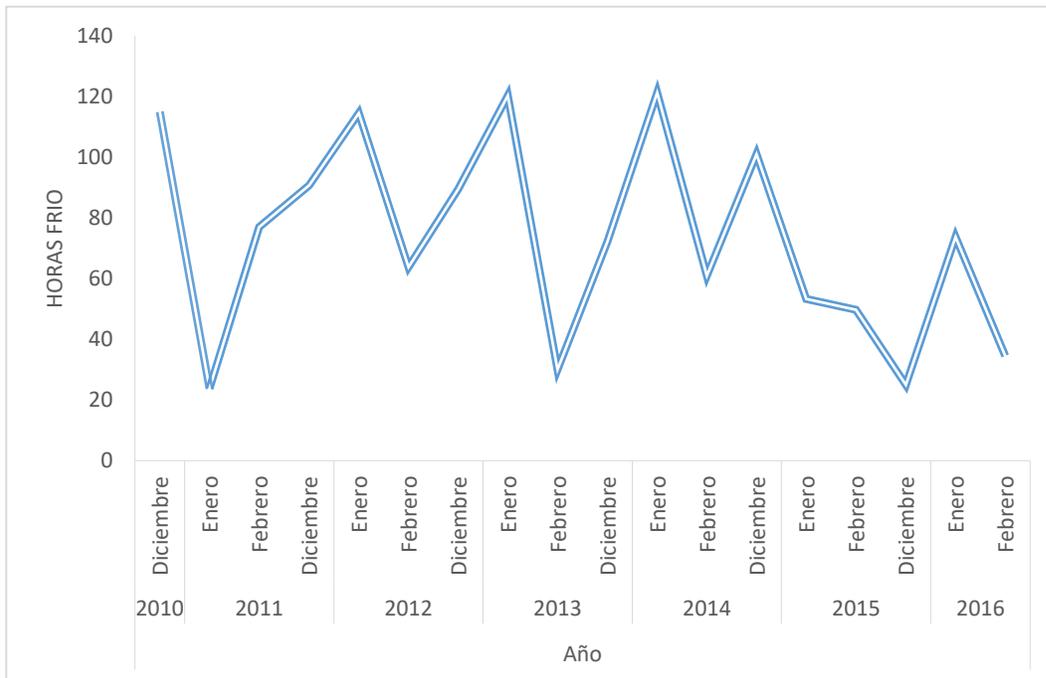
La Figura 21 presenta las HF por el método Directo para las temporadas 2010-2016 en el municipio de Salcajá, Quetzaltenango.



**Figura 21. Horas frío por el método de Utah para las temporadas 2010-2016**

En la Figura 21 se observa el total de HF por temporada utilizando el método de Utah, en el cual resalta que ninguna de las temporadas llegó a los requerimientos necesarios por la variedad Salcajá que son de 500 HF.

La Figura 22 presenta las HF mensuales por método de Utah del año 2010 al año 2016 en el municipio de Salcajá, Quetzaltenango.



**Figura 22. Horas frío mensuales por el método de Utah para las temporadas 2010-2016**

En la Figura 22 se detalla el comportamiento de las HF, en donde no existe una tendencia homogénea, esto debido a las altas temperaturas que se presentan en el lugar, lo cual hace que no se logre llegar a las HF requeridas por la variedad.

#### 3.4.2.4 Evaluación

Este método utilizado es el más preciso para la región, porque se adapta a las condiciones del lugar debido a que hace descuentos de horas frío cuando la temperatura excede los 16 °C e indica un valor más real de HF, con el cual el productor puede tomar decisiones para realizar en su huerto.

### **3.4.3 Diseño de base de datos para la precipitación**

#### **3.4.3.1 Objetivo específico**

Diseñar una base de datos para la precipitación

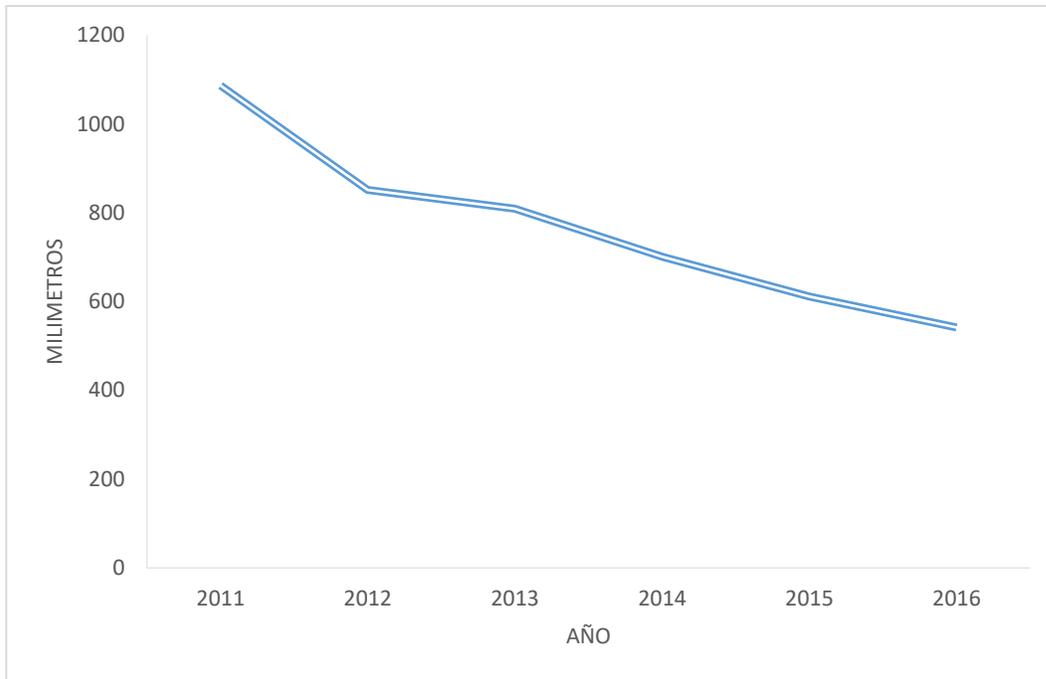
#### **3.4.3.2 Metodología**

##### **A. Diseño de la base de datos**

Para esta fase de la metodología, fue necesario recopilar los datos de la estación meteorológica desde el año 2011 hasta el año 2016, luego colocarlos en Excel y darles un formato para el momento en que se realice la sumatoria diera la cantidad exacta correspondiente a cada mes y año.

#### **3.4.3.3 Resultados**

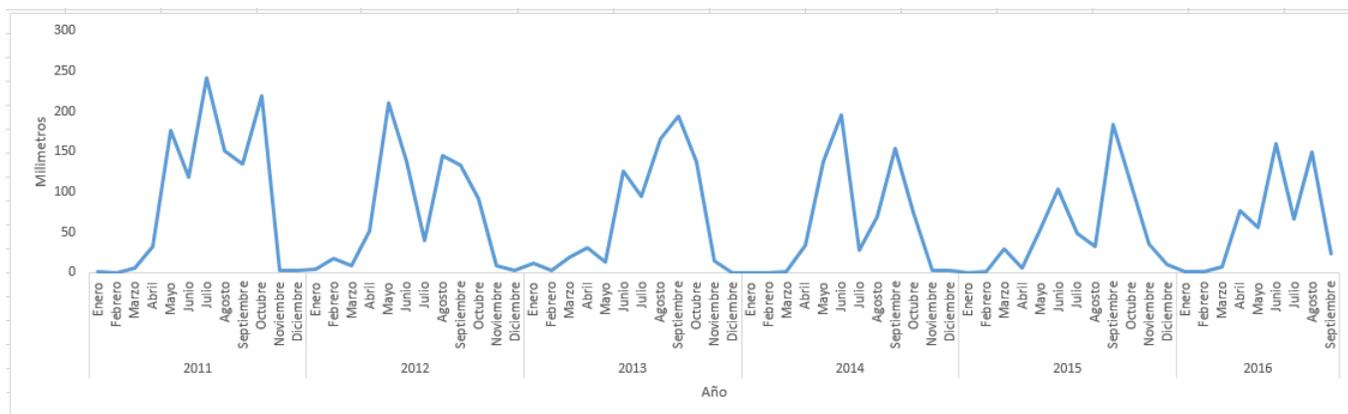
La Figura 23 presenta la precipitación del año 2011 al año 2016 en el municipio de Salcajá, Quetzaltenango.



**Figura 23. Precipitación del año 2011 hasta el año 2016**

En la Figura 23 se detalla como es el comportamiento de la precipitación, en donde la precipitación en la zona disminuye 100 mm aproximadamente por año.

La Figura 24 presenta la precipitación por mes del año 2011 al año 2016 en el municipio de Salcajá, Quetzaltenango



**Figura 24. Precipitación mensual del año 2011 hasta el año 2016**

En la Figura 24 se observa como es la precipitación, en los cuales no existe una tendencia homogénea, lo cual puede repercutir en la toma de decisiones por parte de los productores.

#### 3.4.3.4 Evaluación

Con el comportamiento de la precipitación disminuyendo 100 mm anuales y la falta de agua en las etapas iniciales de desarrollo del fruto, es necesario que el productor coloque un sistema de riego en su huerto para no depender de las lluvias.